بکارگیریGPS در سیستم راهنمای مسیر تراکتور و بررسی تأثیر آن بر عملیات تراکتور در مزرعه

مهدی بندئی[۱] ، سعید مینایی[۲] ، محمد رضا مستوفی سرکاری[۳] ، حجت احمدی[٤] ، زهرا یوسفی[٥]

چکیده

يكي از جديدترين روش های راهنمای مسير تراكتور در مزرعه، به كار گيري سامانه موقعيت ياب جهاني (GPS) مي باشد. در اين تحقيق ابتدا سامانه راهنمای مسير تراكتور با استفاده از سامانه موقعيت ياب جهاني ساخته شد و سپس تأثير اين سامانه بر روي كاهش جاماندگي و همپوشاني تراكتور، به صورت طرح آزمايشی اسپليت اسپليت پلات در قالب بلوك هاي كامل تصادفي در ۳ تكرار بررسي شد. اين تحقيق در سال ۱۳۸۵ در مزرعه اي واقع در شهرستان طارم از توابع استان زنجان به وسيله سه عامل نوع تراكتور در ۲ سطح (تراكتور فرگوسن و تراكتور روماني)، سرعت در سه سطح (٤، ٦ و ۸ كيلومتر در ساعت) و نوع مارکر در دو سطح (مارکر معمولي و مارکر ديجيتال (سامانه طراحي شده در اين طرح) انجام گرفت. نتايج انجام آزمايش نشان داد كه اثر نوع مارکر بر ميزان انحراف از مسير تراكتور در سطح احتمال يک درصد معنی دار می باشد و مارکر ديجيتال كه با استفاده از سيستم موقعيت ياب جهانی كار می كند، دارای ميزان انحراف كمتری نسبت به مارکر معمولی است. از طرف ديگر اثر متقابل نوع مارکر و سرعت حركت تراكتور بر ميزان انحراف از مسير تراكتور نيز در سطح احتمال يک درصد معنی دار بود و مارکر معمولی در سرعت های ٦ و ۸ كيلومتر در ساعت، ميزان انحراف از مسير بيشتری نشان داد. اثر نوع مارکر بر تعداد انحراف از مسير تراكتور در سطح احتمال يک درصد معنی دار بود و مارکر معمولی تعداد انحراف از مسير كمتری نسبت به مارکر ديجيتال نشان داد.

كليدواژه: سامانه موقعيت ياب جهاني، سامانه راهنمای مسير، انحراف از مسير

۱- كارشناس ارشد مكانيزاسيون كشاورزی مديريت جهاد كشاورزی شهرستان طارم

۲- دانشيار گروه مكانيک ماشينهای كشاورزی دانشگاه تربيت مدرس، پست الكترونيک: Minaee۷@yahoo.com

۳- عضو هيأت علمی موسسه تحقيقات فنی و مهندسی كشاورزی

۴- عضو هيأت علمی دانشكده پرديس كشاورزی كرج

۵- دانشجوی دكتری مكانيزاسيون كشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی علوم تحقيقات تهران

مقدمه

راحتي و سهولت براي راننده در هنگام كار با دستگاههاي كشاورزي يكي از مهمترين اهداف مكانيزاسيون و طراحان اينگونه دستگاه ها ميباشد. اين امر كه در صنعت از آن با اصطلاح ارگونومي (رابطه انسان و ماشين) ياد ميشود در واقع دانشي است كه داده هاي علمي را در مورد انسان بكار ميبرد. طراحي اشياء و لوازم و همچنين بررسي فرايند ها و محيط هائي كه براي انسان آماده ميشود، از جمله آن دانش است [۳].

سالهاست كشاورزان و رانندگان ماشينهاي كشاورزي از روشهاي مختلفي براي هدايت حركت وسيله در مزرعه هنگام كشت رديفي و ساير عمليات استفاده ميكنند كه در نهايت وسيله كمترين جاماندگي و همپوشاني را داشته باشد. يكي از جديدترين روشها در اين زمينه بكار گيري سامانه موقعيت ياب جهاني (GPS)[۶] در هدايت راننده وسيله هنگام حركت در مزرعه ميباشد. سامانه هاي هدايت بوسيله GPS نسبت به سامانه هاي هدايت مكانيكي كمترين ميزان خستگي اپراتور و تنش چشمي را در هنگام كار بوجود مي آورند. زيرا با نصب نمايشگر نوار روشن، درست در مقابل اپراتور نياز به برگشتن و نگاه كردن دائمي به پشت سر و اطراف وجود ندارد [٤]. در مناطق نيمه خشك با رطوبت پائين و دماي بالا و مزارع با سطح وسيع، سامانه هاي ديگر هدايتي مانند ماركر هاي كفي بسيار تحت تاثير دما ميباشند به نحوي كه اكثراً كفها قبل از اينكه اپراتور دور زده و مسير بعدي را طي كند، تبخير ميشوند از طرف ديگر سامانه هاي هدايت بوسيله GPS در مواقعي كه بعلت دماي پائين كف دچار يخ زدگي ميشود بخوبي كار ميكند [٥].

در تحقيق حاضر ابتدا سامانه راهنمای مسير تراكتور با استفاده از موقعيت ياب جهاني ساخته شد و سپس تاثير اين سامانه بر روي كاهش جاماندگي و همپوشاني تراكتور و امكان حركت سريعتر آن كه تاثير مستقيم روی بازده مزرعه ای دارد، بررسي شد.

هدايت دقيق ماشين های كشاورزی در مزرعه ميتواند مشكل، خسته كننده و گاهي اوقات خطرناك باشد. سامانه هاي خودكار تنظيم موقعيت با استفاده ازGPS، قابليت تنظيم موقعيت ماشين را در مزرعه دارند و ميتوانند ماشينهاي كشاورزي را به محل مناسب هدايت كنند بطوريكه همپوشاني ها يا جا افتادگي ها از بين بروند كه بدين ترتيب بازده ماشين افزايش ميابد. مضافاً كه اين پردازنده ها نسبت به انسان خستگي ناپذيرند [۱۰].

---

۶ - Global positioning system

لوونبرگ[۷] و همکاران (۱۹۹۹) باانجام بررسي هائي در زمينه سامانه هاي هدايت بوسيله GPS به اين نتيجه رسيدند که اين سامانه ها، انجام عمليات را هنگامي که ديد کافي در مزرعه وجود ندارد، امکان پذير ميسازند و در شب، در هواي مه آلود، مواقعي که محدوديت زماني در اجراي عمليات مزرعه اي مانند کاشت وجود دارد و در مناطقي که شب هنگام به علت وزش باد کمتر، بهترين موقع سمپاشي ميباشد، بهترين گزينه هستند و کمترين تاثير پذيري را از هواي محيطي دارند.

توانائي توسعه دقيق اطلاعات بصورت لحظه به لحظه براي کنترل خودکار ماشين در مزرعه ضروري ميباشد. اوکانر[۸] و همکاران (۱۹۹۹) در تحقيقي که در دانشگاه استانفورد ايالت کاليفرنيا انجام دادند با توسعه تکنولوژي DGPS[۹] (سیستم مکانیابی جهانی افتراقی) توانستند موقعيت ماشين را با خطاي چند سانتي متر اندازه گيري کنند.

استول[۱۰] و همکاران (۲۰۰۱) با تحقيق بر روي سامانه هدايت بوسيله GPS نتيجه گيري کردند که با افزايش سرعت از ۱ به ۲ متر در ثانيه، ميزان انحراف از مسير از ۲۵ ميليمتر به ۶۹ ميليمتر افزايش مييابد.

همچنين ساليوان[۱۱] و همکاران (۱۹۹۸) طي تحقيقاتي در زمينه سامانه هدايت بوسيله GPS به اين نتيجه رسيدند که براي ارسال اطلاعات با سرعت قابل قبول از GPS به سامانه، فرکانس خروجي GPS بايد حداقل ۵ هرتز باشد.

یکی دیگر از کاربردهای سیستم موقعیت یاب جهانی، استفاده از نهاده ها بصورت متغیر و متناسب با نیاز مکانی می باشد. سيستم هاي مديريت زراعي مرسوم عموماً برپايه کاربرد يکنواخت نهاده ها در سطح مزرعه استوار است، در اين سيستم ها با اعمال مقادير يکنواخت کود در سطح مزرعه، که غالباً داراي نيازهاي مختلف کودي در نقاط مختلف آن مي باشند، تنها نياز واقعي بخش کوچکي از مزرعه تامين می شود و بقيه نقاط، بيشتر يا کمتر از حد مورد نياز، کود دريافت ميکنند. در تحقيقي که قزويني و همکاران (۱۳۸۵) در برخوار اصفهان انجام دادند، تغييرات مکاني فاکتور هاي حاصلخيزي خاك (نيتروژن، پتاسيم و فسفر) و عملکرد دانه

---

۱ - Lowenberg
۸ - o`connor
۹ -differential global positioning system
۱۰ - stoll
۵ - buck
۶ - white
۷ - Sullivan
۸ - variogram
۱- variable-rate application

گندم با استفاده از واريوگرام[۱۱](تابع آماري مخصوص تجزيه وتحليل ساختار مكاني) و با استفاده از GPS و GIS[۱۲] بررسي و نقشه هاي ديجيتالي تهيه گرديد. با استفاده از اين نقشه ها نشان داده شد كه در روش سراسر پاشي كود اوره، فسفر و پتاسيم براي توليد ماكزيمم عملكرد، بترتيب فقط ۱۳%، ۲۵% و ۱۱ % از سطح مزرعه مقدار مناسب كود را دريافت مي كند و بقيه مزرعه، كود كمتر يا بيشتر از نياز دريافت ميدارند. اين درحالي است كه در روش VRA[۱۳]، تمامي سطح مزرعه كود مناسب دريافت نموده و ميتوان حداقل ٥٦ كيلوگرم در هكتار در مصرف كود اوره صرفه جوئي كرد.

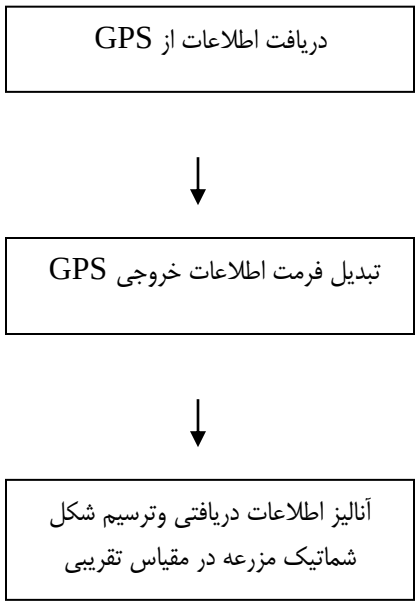
مواد و روشها

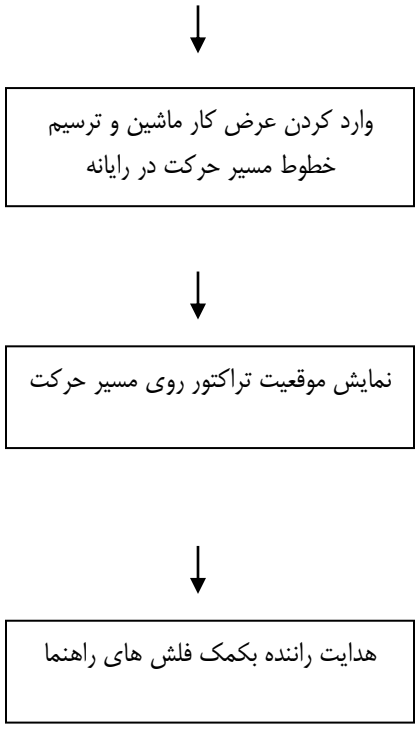
اين تحقيق در سال ۱۳۸۵ در مزرعه اي واقع در شهرستان طارم از توابع استان زنجان انجام گرفت. منطقه مورد آزمايش در عرض جغرافيائي ٤٨ درجه و ٢٤ دقيقه شمالي و طول جغرافيائي ٣٦ درجه و٤٠ دقيقه شرقي قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دريا ۷۰۰ متر وداراي اقليم نيمه گرمسيري است. در ابتدای انجام آزمايش، سامانه راهنمای مسير تراكتور طراحی گرديد. سپس از اين سامانه بعنوان يک مارکر برای هدايت تراكتور در قالب طرح آزمايشی در عمليات سمپاشی مزرعه استفاده شد. طرح آزمايشی بصورت اسپليت اسپليت پلات (كرتهاي دو بار خرد شده) در قالب بلوك هاي كامل تصادفي در ۳ تكرار اجرا گرديد. اين طرح شامل سه عامل بود كه عامل A، نوع تراكتور در ۲ سطح (a_1 = تراكتور فرگوسن و a_2 = تراكتور روماني)، عامل B، سرعت در سه سطح (b_1 = ٤ كيلومتر در ساعت، b_2 = ٦ كيلومتر درساعت و b_3 = ۸ كيلومتر در ساعت) و عامل C، نوع مارکر در دو سطح (c_1 = مارکر معمولي و c_2 = سامانه راهنما (سامانه طراحي شده در اين طرح) مي باشد. آزمايش در قطعاتی با طول ۳۰ متر و عرض ۱۸ متر انجام شد و براي يكنواخت انجام شدن آزمايش، تمامي تكرار هاي مربوط به نوع مارکر C۱ و C۲ بصورت پي در پي و بدون باز و بست سامانه انجام گرديد. بمنظور به حداقل رساندن خطاي اپراتور در تمامي تكرار ها از يك راننده واحد كه سابقه تقريباً يكساني در رانندگي با هر دو تراكتور داشت استفاده گرديد. با اينكه سرعت پيشروی توسط GPS نيز نمايش داده ميشود، ولي به علت احتمال خطا در اين آزمايش از روش اندازه گيري زماني براي حركت با سرعت هاي ٤، ٦ و ۸ كيلومتر استفاده گرديد.

طراحی سامانه راهنمای مسير تراكتور: برای طراحی سامانه راهنما، از GPS (سامانه مكان يابی جهاني) براي برداشت مختصات محيط زمين زراعي استفاده شد. سپس اين اطلاعات توسط GPS براي رمزگشائي به نرم افزار رابط(اين نرم افزار كه SDK نام دارد در بازار موجود ميباشد) ارسال گرديد. اين اطلاعات

پس از رمز گشائي به نرم افزار اصلي كه به زبان دلفي ميباشد، ارسال شد. پس از آن اطلاعات گرفته شده از GPS برای حذف پارامتر های اضافی از قبیل ارتفاع و سایر پارامتر های ناکار آمد در این طرح، پالایش میگردد. در مرحله بعد اطلاعات پالایش شده به مختصات x,y تبدیل و ٤ نقطه معرفی شده بعنوان نقاط مرزی مزرعه ذخیره میشود. برای مشخص شدن مقیاس تقریبی مزرعه باید سطح برداشت شده مزرعه بصورت کامل در صفحه نمایش داده شود. برای این کار نرم افزار مقیاس مزرعه را تا جائی که کل مزرعه قابل نمایش در صفحه مانیتور باشد کوچک می نماید.

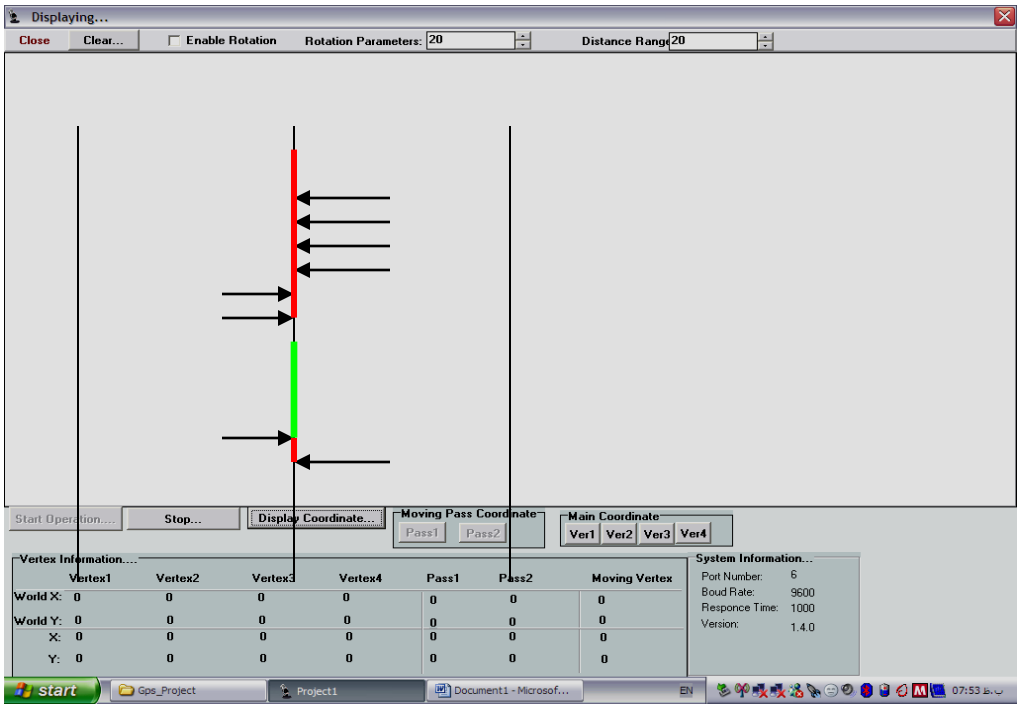
از آنجائی که این نرم افزار برای حرکت روی خطوط مستقیم و موازی طراحی شده است، پس در این مرحله اضلاع مزرعه توسط یک تابع شامل یک ماتریس دوران داده می شود تا در امتداد بزرگترین ضلع مزرعه روی خطوط موازی حرکت کنیم، در این مرحله اولین مسیر باید توسط راننده طی شود تا بعنوان مسیر اول ثبت و خطوط بعدی حرکت با فاصله مشخص که همان عرض کار دستگاه است (عرض کار پس از برداشت نقاط مرزی مزرعه به نرم افزار داده میشود) رسم می شود و راننده با دیدن مسیر حرکت و فلش های راهنما روی صفحه مانیتور، روی مسیر هدایت می گردد. ترتیب مراحل انجام کار نرم افزار در شکل (۱) و مسیر حرکت و فلشهای راهنما روی صفحه نمایش در شکل (۲) نشان داده شده است.





شکل(۱): ترتیب مراحل انجام کار نرم افزار راهنمای مسیر تراکتور

با تعيين نقاط مرزي زمين زراعي و ثبت مختصات اين نقاط توسط GPS كه در اين تحقيق انجام گرفته نقاط برداشت شده توسط نرم افزار به هم وصل شده و يك شكل تقريبي از مزرعه را بدست ميدهد. از آنجائي كه دقت اندازه گيري بستگي به عوامل مختلفي از قبيل گيرنده GPS، موقعيت جغرافيائي منطقه، عوارض طبيعي، تعداد ماهواره هاي پوشش دهنده و... دارد، به همين علت براي كسب اطمينان از ميزان دقت دستگاه از نرم افزار DNR كه توسط سازنده دستگاه ارائه شده است، استفاده شد. در اين روش، مختصات مكان بطور همزمان از يك نقطه و با فواصل زماني مشخص برداشت ميشود و مختصات ارائه شده توسط GPS ثبت شده و به مدت ۳۰ دقيقه هر ۵۰ ثانيه يكبار همان مكان ثبت ميگردد. پس از اين مرحله نقاط ثبت شده در يك شكل مشخص مي شود و ميزان دقت آن بدست مي آيد.



شکل(۲): نمایش مسیر حرکت و فلشهای راهناروی صفحه

دستگاههای مورد استفاده در این تحقیق به شرح زیر می باشند:

دستگاه GPS: در این طرح از یک دستگاه GPS مدلvista Etrex ساخت شرکت گارمین استفاده شده است، که داراي امکاناتي از قبيل قطب نماي ديجيتال، ارتفاع سنج بارومتريک، سامانه نمايش طلوع و غروب خورشيد، نقشه کل ايران و جهان و قابليت محاسبه مساحت يک چند ضلعي نامنظم ميباشد که از اين توانائيها در ارائه مساحت مزرعه و مختصات نقاط ضمن حرکت در روي مسير استفاده شده است.

تراکتور مسي فرگوسن: در اين طرح از يک دستگاه تراکتور مسي فرگوسن ۲۸۵ مدل ۱۳۸۲ جهت انجام آزمايشات استفاده شد که جهت اطمينان از دقت فرمان گيري سامانه فرمان آن توسط نمايندگي مربوطه بطور کامل بازبيني شد.

تراکتور اونيور سال: تراکتور اونيورسال U۶۵۰ استفاده شده در اين طرح مدل ۱۳۶۳ بود که اين تراکتور عليرغم طول عمر بالا از وضعيت فني سالمي برخوردار بود، ولي به منظور حصول نتيجه بهتر مورد بازبيني و تعميرات کلي بخصوص در قسمت فرمان قرار گرفت.

سمپاش تير افزار دار: در اين آزمايش از يك دستگاه سمپاش مزرعه اي ٤٠٠ ليتري پشت تراكتوري تير افزار دار با عرض كار ٨ متر استفاده شده است.

محاسبات آماري و تجزيه و تحليل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رسم شكلها با استفاده از نرم‌افزار Excel۲۰۰۳ انجام گرفت. فاکتورهای اندازه‌گیری شده در طی انجام آزمایش شامل موارد زیر می‌باشند.

تعيين دقت GPS : بدليل اينكه طرح تحقيقاتي مذكور بر پايه GPS و دقت آن انجام گرفته است، محاسبه دقت GPS مورد استفاده در اين طرح لازم و ضروري ميباشد. تعيين دقت با استفاده از نرم افزار معرفي شده توسط سازنده دستگاه، يعني نرم افزار DNRGARMIN محاسبه و ارائه شد. نرم افزار مذكور دقت GPS را بر اساس روش CEP[١٤] يعني احتمال خطاي دوراني (مستدير) محاسبه مي كند. در اين روش پس از ايجاد ارتباط ميان رايانه قابل حمل و دستگاه GPS، مختصات یک نقطه، ۱۰۰ بار و با فواصل زمانی یکسان بدون جابجائی GPS برداشت و نتایج توسط این نرم افزار ارائه می گردد.

ميزان انحراف و تعداد انحرافات: در حين انجام آزمايش مسير حركت سمپاش توسط مايع رنگي كه از انتهايي ترين نازل سمت چپ تير افزار، تحت تاثير نيروي ثقلي در نزديكي زمين ريخته ميشد مشخص گرديد. اين مسير زمانی که راننده توسط فلشهای روی صفحه مانیتور راهنمایی می شد، مسیر طی شده در حالت استفاده از مارکر دیجیتال محسوب می گشت. زمانی که راننده بصورت معمول و بدون استفاده از سامانه راهنما سمپاشی می کرد، مایع رنگی، مسیر طی شده در حالت مارکر معمولی را نشان می داد. لازم بذکر است که بقيه نازلهاي سمپاش مسدود گرديدند و پمپ سمپاش نيز غير فعال بود. خط سير مشخص شده بوسيله مايع رنگي با يک خط فرضي مستقيم كه بايد طي ميشد مقايسه گرديد و در هر مسير در ٦٠ نقطه از هر قطعه با ٢ بار تردد در هر قطعه، ميزان انحراف از خط مسيربوسيله متر فلزی ۵۰ متری، اندازه گرفته شده و ثبت گرديد. تعداد دفعات انحراف از مسيرهائي كه ميزان انحراف در آنها بيشتر از ٢٠ سانتي متر بود نيز شمارش شد و به عنوان تعداد دفعات انحراف لحاظ گرديد.

نتايج و بحث

دقت GPS: نتايج اندازه گيري دقت GPS در جدول (١) نشان داده شده است. بر طبق اين نتايج بيش از نيمي از نقاط در دايره اي به مركز نقطه مرجع و به شعاع ٠,٥٣ متر قرار دارند و ٩٠ % نقاط ضبط شده در دايره اي به شعاع ٣/٥ متر، ٩٥% نقاط در دايره اي به شعاع ٩/٢ متر و ٩٨% نقاط در دايره اي به شعاع ١٣/٦ متر قرار

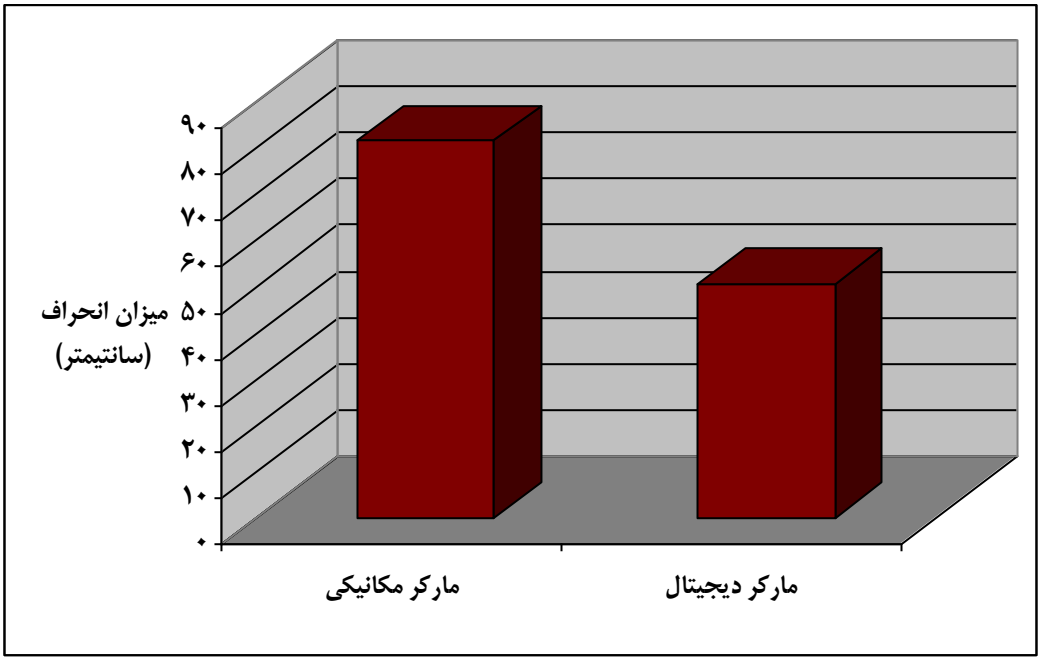
١ - Circular Error Probable

دارند. با توجه به اینکه این سامانه جهت عملیات سمپاشی مورد استفاده قرار گرفته، دقت ۳/۵ متر که شامل ۹۰ درصد نقاط میباشد قابل قبول میباشد. این در حالی است که در تحقیقی مشابه در ژاپن که به کمک سامانه اندازه گیری سرعت، فیبر نوری و GPS انجام شد، تراکتور همراه با گاو آهن را با دقت ۱۲ سانتی متر روی مسیر های موازی هدایت نمودند [٦].

جدول (۱): نتایج اندازه گیري دقت بر اساس روش احتمال خطاي دایره ای

شعاع دایره (متر)	درصد نقاط ضبط شده در دایره
۰,۵۳	۵۰
۳/۵	۹۰
۹/۲	۹۵
۱۳/٦	۹۸

میزان انحرافات: تاثیر نوع تراکتور، مقدار سرعت و اثر متقابل آنها بر میزان انحراف از مسیر معنی دار نمی باشد و می توان نتیجه گرفت که سامانه راهنمای مسیر تراکتور با هر دو نوع تراکتور و هر سه مقدار سرعت، میزان انحراف تقریباً یکسانی دارد. اثر نوع مارکر (عاملC) بر میزان انحراف از مسیر در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد و میزان انحراف در اثر استفاده از مارکر دیجیتال همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است، کمتر میباشد.

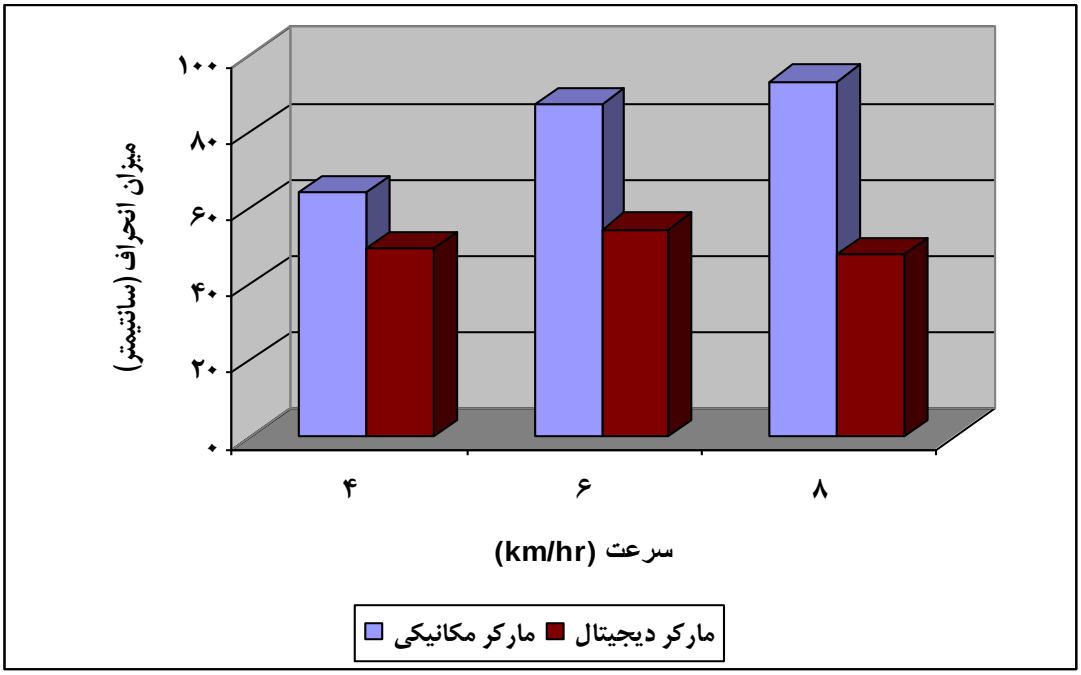


شکل (۳): اثرنوع مارکر بر میزان انحراف از مسیر

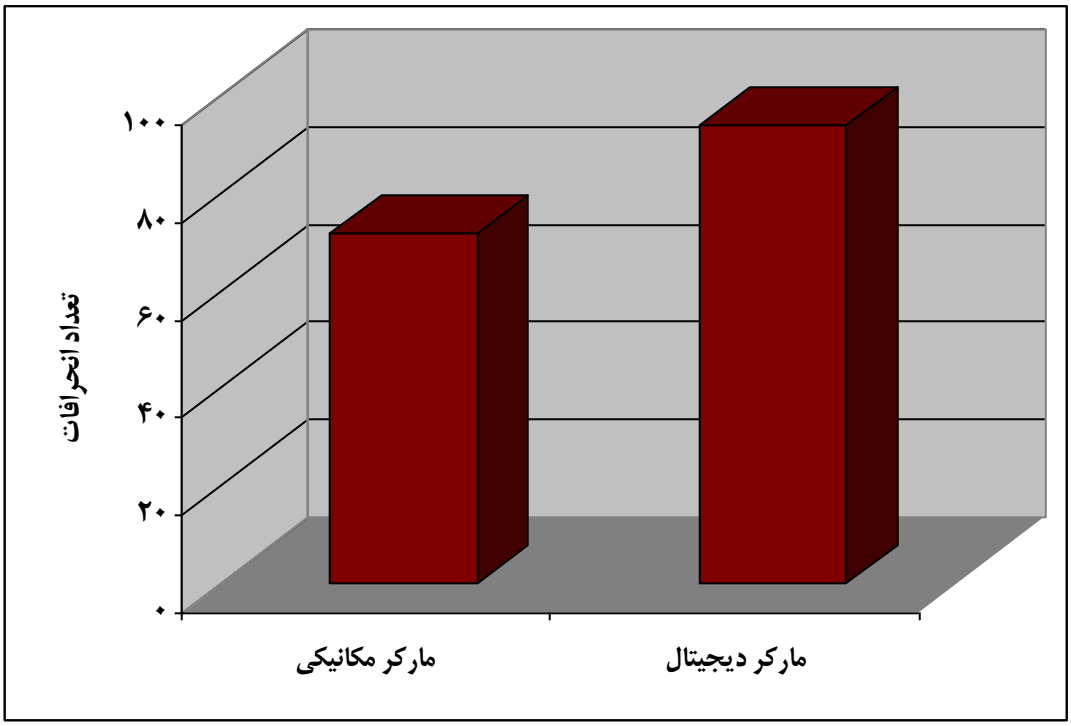
با انجام مقایسه میانگین به روش دانکن، مطابق شکل(٤)، در دو سرعت ٦ و ٨ کیلومتر در ساعت، میزان انحرافات هنگام استفاده از مارکر مکانیکی نسبت به بقیه حالت ها تفاوت معنی داری در سطح ۱ درصد نشان داد و هنگام افزایش سرعت (بالاتر از ٤ کیلومتر در ساعت) استفاده از مارکر دیجیتال انتخاب بهتری می باشد.

تعداد انحرافات: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های انحراف از مسیر نشان داد که نوع تراکتور، سرعت پیشروی و اثر متقابل آنها بر شاخص تعداد انحرافات تاثیر معني داري ندارند. اثر دو نوع مارکر مکانیکی و دیجیتال بر تعداد انحرافات از مسیر در سطح ۱ درصد معني دار میباشد و میانگین تعداد انحرافات در مارکر مکانیکی پایین تر است. از آنجایی که میزان انحراف با مارکر معمولي بیشتر از مارکر دیجیتال است، بنابراین حساسیت در حرکت مارکر دیجیتال بیشتر است که دلیل آن مي تواند دقت و تاثیر پذیری بیشتر مارکر دیجیتال از عوامل طبیعي مانند پستي و بلندي زمین و یا کمی تجربه راننده در کار با این نوع مارکر باشد (شکل ٥).

اثر متقابل سرعت پیشروی و نوع مارکر بر میانگین تعداد انحرافات معني دار نیست. البته مطابق شکل(٦)، مارکر دیجیتال در سرعت ٦ کیلومتر در ساعت، نسبت به دو سرعت دیگر، کمترین تعداد انحراف را دارد در صورتیکه مارکر معمولي با افزایش سرعت پیشروی، تعداد انحرافاتش هم زیاد مي شود.



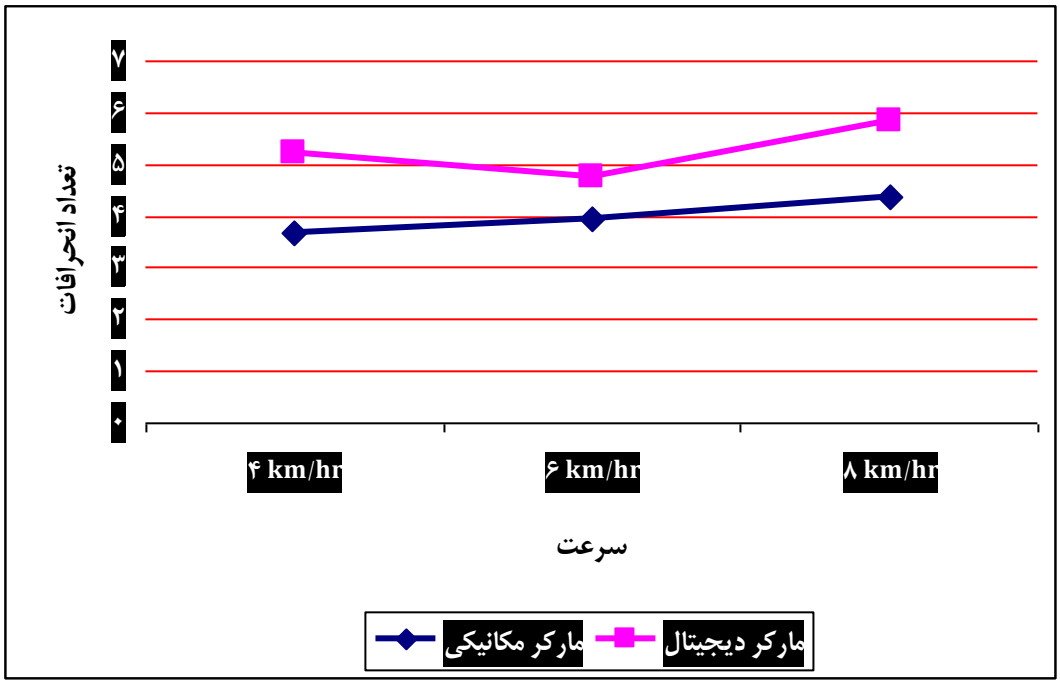
شکل (٤): اثر نوع مارکر و مقدار سرعت بر میزان انحراف از مسیر



شکل (٥):

اثر نوع مارکر بر تعداد انحرافات

طبق محاسبه انجام شده بر روی نقشه بدست آمده از انجام آزمایش، در هر هکتار، مارکر مکانیکی نسبت به مارکر دیجیتال ۷۲ متر مربع همپوشانی و ٤٢ متر مربع جاماندگی بیشتری ایجاد می کند. اگر همین مقدار همپوشانی را در حین عمل سمپاشی و شخم در تمام سطوح زیر کشت گندم در سال ٨٤ در کشور در نظر بگیریم، با احتساب ٦٩٤٠٠٠ هکتار سطح زیر کشت گندم [١]، هزینه تقریبي ٤٠٠٠٠٠ ریال به ازاي هر هکتار سمپاشي، ٨٠٠٠٠ ریال به ازاي هر هکتار عملیات شخم، هزینه ای معادل ٢/٠٨٠/٠٠٠/٠٠٠ ریال و ٤١٦/٤٠٠/٠٠٠ ریال بتر تیب به ازای سمپاشی و شخم اضافی زمین متحمل خواهیم شد. علاوه بر هزینه اضافی ناشی از همپوشانی و خسارتی که به کشاورز بدلیل جاماندگی زمین در حین انجام عملیات وارد می شود، میزان تردد هاي اضافي در مزرعه و تراکم هاي ناشي از آن را نیز باید در نظر بگیریم. با توجه به هزینه پائین استفاده از این سامانه طراحی شده (حدود ٨/٠٠٠/٠٠٠ ریال)، استفاده از مارکر دیجیتالی میتواند در مزارع با سطح زراعي بالای ٥٠٠ هکتار، انتخاب مناسبي باشد. ضمن اینکه در این گونه مزارع، عملیاتي نظیر پخش انواع کود توسط کود پاش ها عملاً با مشکلات زیادي از نظر نحوه هدایت روي خطوط همراه است که این مشکلات تا میزان زیادي با بکار گیری اینگونه سامانه ها برطرف خواهد شد.



شکل (٦): اثر متقابل نوع مارکر و مقدار سرعت بر تعداد انحرافات از مسیر

نتیجه گیری

دقت اندازه گیری شده دستگاه GPS (قرار گرفتن ۹۰ درصد از نقاط اندازه گیری شده در دایره ای به شعاع ۳/۵ متر)، برای انجام عملیات سمپاشی قابل قبول می باشد.

اثر نوع مارکر بر میزان انحراف از مسیر تراکتور در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد و مارکر دیجیتال که با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی کار می کند، دارای میزان انحراف کمتری می باشد. از طرف دیگر اثر متقابل نوع مارکر و سرعت حرکت تراکتور بر میزان انحراف از مسیر تراکتور نیز در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی دار داشت که مارکر مکانیکی در سرعتهای ٦ و ٨ کیلومتر در ساعت، میزان انحراف از مسیر بیشتری نشان داد.

اثر نوع مارکر بر تعداد انحراف از مسیر تراکتور در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد و مارکر معمولی دارای تعداد انحراف کمتری می باشد. دلیل آن مي تواند دقت و تاثیر پذیری بیشتر مارکر دیجیتال از عوامل طبیعي مانند پستي و بلندي زمین و یا کمی تجربه راننده در کار با این نوع مارکر باشد.

پیشنهادات

سامانه راهنمای مسیر تراکتور به گونه اي طراحي شده است که میزان دقت آن با دقت گیرنده GPS قابل تنظیم باشد. دقت خطی در سامانه مورد آزمایش ۰/۵۰ متر بوده و با افزایش دقت گیرنده به همان میزان دقت سامانه افزایش مي یابد. در صورت استفاده از انواع RTK[۱۵] دقت سامانه راهنمای مسیر تراکتور، تا حدود ۲ تا ۳ سانتي متر (وابسته به دقت گیرنده GPS) قابل افزایش است.

با در نظر گرفتن هزینه اضافی ناشی از همپوشانی، خسارتی که به کشاورز بدلیل جاماندگی زمین در حین انجام عملیات وارد می شود، میزان تردد هاي اضافي در مزرعه و تراکم هاي ناشي از آن و هزینه پائین استفاده سامانه طراحی شده (حدود ۸/۰۰۰/۰۰۰ ریال)، استفاده از مارکر دیجیتالی میتواند در مزارع با سطح زراعي بالای ۵۰۰ هکتار، انتخاب مناسبي باشد.

فهرست منابع

۱۵-Real time kinematic

١- بي نام، ١٣٨٤. دستور العمل هاي فني و اجرائي محصولات زراعي، حوزه ترويج و نظامهاي بهره برداري،مركز توسعه مكانيزاسيون، دفتر گندم.

٢- قزويني، ح.، الماسی، م. و فتحی، م. ١٣٨٥. تاثير استفاده از نقشه هاي ديجيتال در كشاورزي دقيق بر مصرف بهينه كود در منطقه برخوار اصفهان. تبريز. خلاصه مقالات چهارمين كنگره ملي مهندسي كشاورزي و مكانيزاسيون.

٣- صائبي منفرد، ه. و صداقت حسيني، م. ١٣٨٥. آزمون وارزيابي ماشين آلات و تجهيزات كشاورزي (ترجمه). كرج. چاپ اول، انتشارات نشر آموزش كشاورزي.

٤- مير محمد صادقي، م. ١٣٨٢. كاربردهاي مشترك GPS و GIS در ARC VIEW همرا ه با مدل سازي. انتشارات فرات.

٥- Grisso, R. and Alley, M. ٢٠٠٢. Precision farming tools- light bar navigation. Virginia cooperative extension.

٦- Kise, M and et al. Guidance System for Farm Work Using GPS and Adaptive Control Method for Autonomous Tracror, Hokkaido University, Japan.

٧- Lowenberg, J and DeBoer. ٢٠٠٦. Potential for Precision Agriculture Adoption In Brazil. Site Specific Management Center Newsletter, Purdue University.

٨- O`connor, M.١٩٩٩. Automatic Steering of farm Vehicles Using GPS. Stanford University, Stanford, California.

٩- Stoll, A. and Heinz, dieterkutzbach. ٢٠٠١. Guidance of a Forage Harvester with GPS. Institute for Agricultural Engineering, Hohenheim University, ٧٠٥٩٩ Stuttgart. Germany.

١٠- Sullivan, M. and Ehsani,M.R. ١٩٩٨. GPS Guidance Systems – An overview of the components and ptions. The Ohio State University Extension, ٥٩٠ Woody Hayes Drive, Columbus, OH ٤٣٢١٠