ارزیابی مزرعه‌ای کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا

یوسف عباسپور گیلانده[1]، ضرغام فاضل نیاری [2] و مسعود فاضلی[3]

1 و 3- به‌ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

2- مربی پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، مغان، ایران

abbaspour@uma.ac.ir

چکیده

با توجه به افزایش جمعیت جهان و لزوم تهیه مواد غذایی برای ساکنین کره زمین، افزایش راندمان محصول، مورد توجه تمامی متخصصان کشاورزی و بخصوص مهندسین ماشین‌های کشاورزی قرار دارد. یکی از روش‌های افزایش راندمان محصول، انجام درست و به موقع عملیات داشت به منظور مبارزه با علف های هرز و بهبود در عملکرد تجهیزات کشاورزی در انجام این عمل می‌باشد. در بسیاری از مناطق کشور و از جمله منطقه مغان در استان اردبیل با کشت وسی ع محصولات ردیفی، به منظور مبارزه با علفهای هرز از کولتیواتور غلتان و هلالی معمول می باشد. استفاده از کولتیواتور هلالی به دلیل بافت سنگین عمده خاکهای منطقه، نیاز به نیروی کششی بالا نیاز داشته و موجب افزایش فشردگی خاک، صدمه به گیاه اصلی، صرف انرژی و زمان زیادی می شود. در این تحقیق به منظور ارزیابی کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا و مقایسه آن با کولتیواتور هلالی، آزمایشات در یک مزرعه 16 هکتاری سویا واقع دردشت مغان انجام گرفت . با توجه به داده های ارزیابی مشخص شد که با افزایش سرعت پیشروی، کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا تمایل به کاهش ناچیز عمق دارد و نشانگر آن است که دستگاه مورد نظر بخوبی قادر به حفظ عمق کار در سرعتهای بالا می باشد و می تواند با سرعت 10/2 کیلومتر بر ساعت کار کند. بعد از کار کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا ، تمام علفهای هرز موجود د ر عرض برش تیغه از عمق 5 تا 7 سانتیمتر بریده و کنده شده بودند . ولی در کولتیواتور هلالی به دلیل ساختار مقعر تیغه، عمق برش علفهای هرز یکنواخت نبوده و در کناره ها در حدود 2 تا 3 سانتیمتر بود. در کولتیواتور طراحی و ساخته شده توسط بشقابها به 60 درصد بوته‌ها از طریق برگ صدمه جزئی وارد می شود و صدمه تیغه به بوته اصلی صفر است . نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری مابین دو دستگاه ماشین در دو سرعت پیشروی از نظر تاثیر بر جرم مخصوص ظاهری خاک وجود ندارد . فقط از نظر تاثیر بر رطوبت خاک در عمق 1 تا 10 سانتیمتر تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5 درصد مابین دو سرعت پیشروی مشاهده شد . براساس نتایج بدست آمده، کولتیواتور با تیغه های پنجه غازی مسطح (کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا) کارکرد مناسبی داشته و می تواند در محصولات ردیفی نظیر ذرت، سویا، پنبه و آفتابگردان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این دستگاه می تواند به واحد کودکار و یا سمپاش ردیفی مجهز شود و با یک حرکت و با ظرفیت مزرعه‌ای بالا عملیات کوددهی، سمپاشی و وجین را انجام دهد.

کلمات کلیدی: کولتیواتور، سرعت پیشروی، سویا، ارزیابی، علف‌هرز.

مقدمه

گذشته از نیاز به معیارهای گسترده کنترل و لزوم مبارزه، علف های هرز مواد غذایی و آب مورد تغذیه گیاه را به هدر داده و اغلب به مثابه میزبانی برای حشرات و سایر آفاتی که از محصول تغذیه می کنند، عمل می‌نمایند و برای سایر ادوات کشاورزی مخصوصاً در حین عملیات برداشت و فرآوری محصولات کشاورزی مشکلات ویژه‌ای را بوجود

می‌آورند. مبارزه با علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد گیاه در محصولات ردیفی یکی از بزرگترین عملیّات زراعی مصرف کننده وقت و کار در تولید محصولات کشاورزی بوده است. تحقیقات نشان داده است که در هندوستان حدود 300 تا 1200 نفر ساعت برای هر هکتار صرف وجین دستی شده و در مکزیک حدود 25٪ فعالیت کشاورزان خرده پا صرف مبارزه با علف هرز می‌شود [Sims, 2000].

هدف اصلی در روش مکانیکی، کنترل علف های هرز از طریق از بین بردن علف ها در بین ردیف های محصولات کشاورزی می‌باشد. بطورکلی مهمترین دلیل کولتیواتور زدن محصولات ردیفی عبارت از توسعه رشد گیاه از طریق ریشه‌کن کردن علف‌های هرز می‌باشد. هدف‌های دیگر این کار در اراضی فاریاب، آماده‌سازی زمین برای آبدهی و اصلاح نفوذپذیری زمین به آب می باشد. برای برخی از محصولات، آماده‌سازی مزرعه برای عملیّات برداشت از موارد مهمی است که در کولتیواتور زدن نهایی باید لحاظ گردد.

سطح زیر کشت محصولات ردیفی در ایران به سرعت در حال افزایش است، بطوریکه در منطقه مغان، پنبه، ذرت و سویا بعد از گندم از مهمترین محصولات می باشند و به دلیل اینکه بخش اصلی مبارزه با علف های هرز در این گیاهان پس از بیرون آمدن گیاه اصلی از خاک آغاز می شود، مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز یعنی وجین کاری ضروری می‌باشد. عملیّات وجین بصورت دستی، کاری طاقت فرسا و با راندمان کم می باشد و به قطعات کوچک زراعی محدود می‌شود. قطعات زیر کشت محصولات ردیفی خصوصاً ذرت و سویا در منطقه مغان بزرگ بوده و مبارزه با علف‌های هرز پس از رویش گیاه اصلی یکی از مشکلات عمده کشاورزان می‌باشد.

انواع و اشکال مختلفی از کولتیواتورها در کشور ما وجود دارد که هرکدام بسته به شرایط دارای مزایا و معایبی بوده و کاربرد خاص خود را دارند. استفاده از کولتیواتورهای هلالی (شمشیری) و غلتان در منطقه مغان معمول بوده و به منظور کنترل علف‌های هرز در منطقه مورد استفاده قرار می گیرد. به دلیل بافت سنگین عمده خاکهای منطقه، نوع غلتان کارکرد مطلوبی نداشته و علف های هرز را به خوبی از بین نمی‌برد و در سرعت‌های بالای پیشروی تراکتور به گیاه اصلی صدمه می‌زند. این دستگاه برای نرم کردن خاک بین دو ردیف و سله شکنی مناسب است و تعداد محدودی از کشاورزان از آن استفاده می کنند. با توجه به مشکلات اشاره شده، کولتیواتور هلالی کاربرد غالب در منطقه را داشته است. این نوع کولتیواتور، از نوع کاردی تغییر شکل یافته است که دارای تیغه مستقیم بوده و از دو انتها به ساقه یا ساقه‌ها بسته می‌شود. تیغه کاردی شکل مخصوص مزارع سبزی و صیفی می باشد و استفاده از آن در مزارع ذرت، سویا و پنبه با معایب و مشکلات زیادی همراه است از جمله اینکه نفوذ و پیشروی آن در خاک به سختی انجام شده و به نیروی کشش بالا نیاز دارد و به دلیل ایجاد ارتعاش جانبی و صدمه به گیاه اصلی با سرعت پیشروی بسیار پایین استفاده می‌شود [Gillott, 2001]. همچنین مشاهده شده است برخی از کشاورزان ابتدا از نوع غلتان جهت نرم کردن سطح خاک استفاده می کنند بلافاصله بعد از آن از نوع هلالی استفاده می نمایند . در شرایط حاد برخی از کشاورزان با تراکتور بدون وسیله بین خطوط کشت تردد می‌کنند، تا سطح خاک به واسطه سرش چرخ‌ها به هم زده شود و به سبب آن مشکلات نفوذ و پیشروی نوع کولتیواتور هلالی برطرف شود . برخی سازندگان ادوات تیغه‌ها را با ضخامت بیش از حد معمول تولید می‌کنند تا استحکام آن را تامین نمایند که این عمل مشکلات آن را دو چندان می‌کند. اکثر این دستگاه‌ها فاقد پایه جهت پارک کردن هستند و اصول ایمنی در آنها رعایت نمی‌شود. موارد فوق مطابق با اصول علمی و طراحی مهندسی نبوده و منجر به تردد بیش از اندازه تراکتور در مزرعه، فشردگی خاک، صدمه به گیاه اصلی و صرف هزینه، انرژی و زمان زیادی می‌شود.

لذا جهت مرتفع کردن مشکلات مذکور، ضرورت داشت که یک نمونه کولتیواتور ردیفی مناسب با توجه به شرایط منطقه و با رعایت اصول علمی طراحی و ساخته شود و استفاده از آن اقتصادی و مقرون به صرفه باشد. موفقیت این طرح علاوه بر اینکه کاستی های موجود را برای کولتیواتورهای غلتان و هلالی برطرف می کند، موجب راحتی و

ایمنی راننده، افزایش ظرفیت مزرعه‌ای، کاهش تردد تراکتور در مزرعه، اتمام به موقع عملیات وجین و در نهایت موجب کاهش هزینه تولید کشاورز می‌شود. ارتقاء روش‌های مکانیکی مبارزه با علف هرز منجر به کاهش مصرف علف‌کش‌ها شده و به توسعه کشاورزی پایدار کمک خواهد کرد.

افضلی نیا و نیرومند جهرمی (1378) عملکرد کولتیواتورهای هلالی، غلتان و فاروئر را در مزارع چغندر قند به‌منظور تعیین تعداد دفعات موردنیاز استفاده از کولتیواتور در طول دوره رشد و همچنین مشخص نمودن بهترین نوع کولتیواتور، مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد عیار قند در سه مرتبه استفاده از نوع هلالی بیشتر است و در دو بار استفاده از فاروئر بیشترین مقدار علف هرز در مزرعه مشاهده گردید. کولتیواتور غلتان از نظر وجین علف‌های هرز در مرتبه دوم قرار داشت. عملکرد محصول در وجین دستی در مقایسه با استفاده از کولتیواتورها اختلاف معنی داری نداشت و بیانگر این حقیقت است که کولتیواتور می تواند به راحتی جایگزین وجین دستی شود.

صفری (1381) یک کولتیواتور دوار جهت مبارزه با علف‌های هرز محصولات ردیفی مانند نخود، لوبیا و چغندر قند ارائه کرد. نتایج ارزیابی دستگاه در مزارع چغندر قند بازده وجین کاری 93-87 درصد را نشان داد. همچنین عرض کار ماشین برای محصولات مختلف از 30 تا 60 سانتی‌متر قابل تغییر بود.

پولن و کاول (1997) توانایی پنج نوع کولتیواتور را در مقایسه با علف‌کش‌ها جهت وجین مکانیکی علف های هرز مورد بررسی قرار دادند. در مکانیزم‌های تحت بررسی، کولتیواتور شانه‌ای حداقل کارآیی را داشت. نوع پنجه غازی بالاترین سطح کنترل را داشت ولی موجب جابجایی بیش از اندازه خاک می شد. روتیواتور در تمامی مراحل رشد در سرعت پنج کیلومتر بر ساعت کارکرد خوبی داشت ولی با افزایش سرعت پیشروی کیفیت کار آن کاهش می یافت. وجین کن برسی[1] به دلیل عدم قابلیت نفوذ در خاک و سرعت پائین محور، به‌خوبی بقیه مکانیزم‌ها کار نمی کرد [Pullen and Cowell, 1997]. نوع غلتان قابلیت کار در تمامی مراحل رشد گیاه را نداشت. بطورکلی قابل اعتمادترین مکانیزم برای وجین با سرعت بالا در محدوده گسترده ای از محصولات، نوع پنجه غازی پیشنهاد شده است.

الکساندرو و همکاران (2001) اثر سرعت پیشروی چهار نوع کولتیواتور برکنترل علف هرز در مزرعه ذرت و سویا را در مراحل رشد دو برگی، پنج برگی و هشت برگی گیاه کلزا که به عنوان علف هرز انتخاب شده بود، مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نوع پنجه غازی در کاهش تعداد گیاه کلزا ما بین ردیف ها موثرتر از بقیه بود. کولتیواتور غلتان نتایج غیرقابل قبولی داشت و نسبت به تغییرات سرعت حساس بود ولی در مرحله پنج برگی ذرت سرعت پایین نتایج بهتری می‌داد [Alexandrou, 2001].

پالبرگ و همکاران (1998) اثر شکل تیغه کولتیواتور و سرعت پیشروی آن را در ترکیب با دو روش سمپاشی در سیستم بی‌خاک‌ورزی محصول ذرت مورد مطالعه قرار دادند. سرعت پیشروی بالا اشکالی در کنترل علف هرز و عملکرد محصول ایجاد نکرد و حتی در دو سال اول درسرعت 11/2 کیلومتر بر ساعت عملکرد بالاتر و کاهش میزان علف هرز نسبت به سرعت 6/4 کیلومتر بر ساعت مشاهده شد. در سمپاشی نواری و گسترده تفاوتی از نظر عملکرد مشاهده نشد. عملکرد محصول در استفاده از کولتیواتور پنجه‌غازی و پنجه‌غازی تخت نسبت به تیغه نوک‌دار بیشتر بود [Paarlberg et al., 1998].

[1]- Brush weeder

بیس واس [1] و همکاران (2000) در طی تحقیقی شکل مناسب تیغه کولتیواتور را به منظور استفاده در وجین‌کن‌های دامی بدست آوردند چهار نوع تیغه شامل لبه مستقیم، مثلثی، منحنی شکل و پنجه غازی تخت را از نظر نیروی کششی لازم مورد ارزیابی قرار دادند و اعلام نمودند نوع پنجه غازی تخت حداقل نیروی کششی را نیاز داشته و عمل نفوذ و برش علف‌های هرز را بهتر انجام می‌دهد [Biswas et al., 2000].

احمدی مقدم و کماریزاده (1381) دو نوع بازوی کولتیواتور (فنری و ثابت) همراه با تیغه‌های پنجه غازی و قلمی را توسط نرم افزار ANSYS مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد تنش‌های بوجود آمده در بازوهای ثابت بیشتر از بازوهای فنری بوده ولی تغییر شکل در بازوهای فنری بسیار بیشتر از بازوهای ثابت است.

در این تحقیق موارد زیر مورد بررسی قرار گرفت:

1- ارزیابی مزرعه‌ای یک نمونه کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا و تیغه‌های ثابت جهت مبارزه با علف های هرز در محصولات ردیفی مانند ذرت، پنبه، سویا و ... .

2- مقایسه کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا با کولتیواتور هلالی (شمشیری) معمول در منطقه، از نظر تاثیر بر خاک، علف‌های هرز و گیاه اصلی در دو سطح سرعت پیشروی.

3- تعیین سرعت پیشروی بهینه کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا.

مواد و روشها

ارزیابی مزرعه ای کلتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا (شکل 1) و مقایسه آن با کولتیواتور هلالی در مزرعه 16 هکتاری سویا واقع دردشت مغان انجام گرفت . ابتدا کولتیواتور محصولات ردیفی با سرعت پیشروی بالا تنظیم شده و در چهار سرعت پیشروی مورد بررسی قرار گرفت تا سرعت‌های بهینه بدست آید که نتایج آن در قسمت نتایج و بحث ارائه شده است . سپس کولتیواتور مورد نظر در تحقیق با کولتیواتور هلالی (شکل 3) در دو سطح سرعت پیشروی 3/8 و 7/8 کیلومتر بر ساعت که هر دو کلتیواتور موردنظر با استفاده از یک تراکتور مسی‌فرگوسن مدل MF-399 دو چرخ محرک کشیده می‌شدند، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بصورت اسپلیت پلات و درسه تکرار مورد مقایسه قرار گرفت. مقایسه دو دستگاه مذکور براساس استاندارد RNAM صورت پذیرفت [RNAM, 1983]. کرت‌های آزمایش با سه متر عرض و 40 متر طول در نظر گرفته شدند.

مزرعه آزمایشی دارای خاکی با بافت رسی سنگین بود (شکل 2) و جهت آماده سازی بستر بذر بعد از برداشت گندم از یک بار گاوآهن برگرداندار و دو بار دیسک استفاده شده بود . کاشت سویا رقم L17 توسط ردیف‌کار بادی چهار ردیفه با فاصله ردیف 75 سانتی‌متر انجام شده است. پهنا و ارتفاع پشته ها به ترتیب 45 و 13 سانتی‌متر بود. در زمان اجرای آزمایش ارتفاع محصول از روی پشته به طور میانگین 30 سانتی‌متر بود. محصول دارای تراکمی حدود 26 بوته در متر مربع بود.

[1]- Biswas

شکل *1*: ارزیابی کلتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا

قبل از کار در هر کرت نمونه های دست نخورده جهت تعیین درصد رطوبت وزنی خشک پایه و جرم مخصوص ظاهری خاک تهیه شد . که بطور میانگین رطوبت خاک در عمق صفر تا 10 سانتی‌متر 14/7 درصد و در عمق 10 تا 20 سانتی‌متر 23/2 درصد بدست آمد و در عمق های مذکور میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک به ترتیب 1/15 و 1/24 گرم بر سانتی‌متر مکعب بدست آمد. پس از یک هفته نیز رطوبت و شاخص جرم مخصوص ظاهری خاک در کرت‌ها اندازه گیری شده و مورد مقایسه قرار گرفتند.

شکل *2*: مزرعه آزمایشی و وضعیت محصول و علف هرز در آن

شکل *3*: کولتیواتور هلالی مورد استفاده در تحقیق

نتایج و بحث

1- ارزیابی اولیه کولتیواتور محصولات ردیفی با سرعت پیشروی بالا

بطوریکه اشاره شد ارزیابی مزرعه ای کولتیواتور محصولات ردیفی با سرعت پیشروی بالا و مقایسه آن با کولتیواتور هلالی در یک مزرعه 16 هکتاری سویا واقع در دشت مغان انجام گرفت . ابتدا کولتیواتور محصولات ردیفی با سرعت پیشروی بالا مورد تنظیم قرار گرفت و در چهار سرعت پیشروی مورد بررسی قرار گرفت تا سرعت‌های بهینه بدست آید. نتایج در جدول 1 ارائه شده است.

جدول *1*- عملکرد کولتیواتور طراحی و ساخته شده در سرعت‌های مختلف

فاکتورهای مختلف	دنده *2* سنگین	دنده*3* سنگین	دنده *2* نیمه سنگین	دنده *1* سبک
سرعت (Km/hr)	*3/8*	*6/4*	*7/8*	*10/2*
عمق کار (cm)	*7/6*	*9/2*	*8/4*	*7/4*
ظرفیت مزرعه ای نظری (hec/hr)	*1/4*	*2/4*	*2/9*	*3/8*
عرض تاثیر هر تیغه	*38*	*38*	*39*	*40*
بازده وجین کاری(٪)	*56/6*	*58/3*	*58*	*58/7*

با توجه به داده های ارزیابی اولیه مشخص شد که بازد ه وجین کاری کولتیواتور با تیغه های پنجه غازی مسطح (کولتیواتور محصولات ردیفی با سرعت پیشروی بالا) در سرعت‌های مختلف تغییرات جزئی دارد و بین 56 تا 60 درصد متغیر است. با افزایش سرعت پیشروی، تمایل به کاهش ناچیز عمق دارد و نشانگر آن است که دستگاه ساخته شده بخوبی قادر به حفظ عمق کار در سرعت‌های بالا می باشد و می تواند با سرعت 10/2 کیلومتر بر ساعت کار کند. کولتیواتور هلالی در سرعت‌های بالاتر از 7 کیلومتر بر ساعت قادر به حفظ یکنواخت عمق کار نبوده و از خاک خارج شده و ارتعاش جانبی ایجاد می کند و در منطقه حداکثر با سرعت 3/8 کیلومتر بر ساعت استفاده می‌شود. بنابراین دو سرعت مذکور جهت مقایسه در نظر

گرفته شد. دستگاه ساخته شده از استحکام بسیار خوبی برخوردار است بطوری که در مدت شش ساعت کار هیچ تغییر فرم یا لقی در اجزای دستگاه اتفاق نیفتاد.

2- تاثیر بر علف‌های هرز

در مزرعه تحت آزمایش شش گونه مختلف علف هرز شامل، علف خوکی (اویار سلام)، پیچک (کاتوس)، خارشتر، طوق(ساری تیکان) زانتیوم، کنگر وحشی و گاوپنبه بصورت پراکنده وجود داشت که ارتفاع آنها 2 تا 40 سانتی‌متر بود. به دلیل یکسان بودن عرض موثر برش تیغه در هر دو دستگاه مورد بررسی و پراکندگی غیر یکنواخت علف‌های هرز در کرت های آزمایش، بازده وجین کاری مورد مقایسه آماری قرار نگرفت و فقط میانگین تاثیر بر علف‌های هرز در دستگاه ساخته شده در جدول 2 ارائه شده است. بعد از کار کولتیواتور ساخته شده، تمام علف‌های هرز موجود در عرض برش تیغه از عمق 5 تا 7 سانتی‌متر بریده و کنده شده بودند . ولی در کولتیواتور هلالی به دلیل ساختار مقعر تیغه ، عمق برش علف‌های هرز یکنواخت نبوده و در کناره‌ها در حدود 2 تا 3 سانتی‌متر بود.

3- صدمه به گیاه اصلی

با شمارش تعداد محصول صدمه دیده در ده متر قبل و بعد از کار کولتیوا تورها مشخص شد در کولتیواتور ساخته شده توسط بشقاب‌ها به 60 درصد بوته‌ها از طریق برگ صدمه جزئی وارد می شود و صدمه تیغه به بوته اصلی صفر است . و با باز کردن بشقاب‌ها هیچ صدمه‌ای به بوته ها وارد نکرد . با باز شدن بشقاب‌ها پرتاب خاک جزئی اتفاق افتاد . در کولتیواتور هلالی به دلیل وجود دو بازوی جانبی در هر تیغه، به حدود 45 درصد بوته ها در ناحیه شاخ و برگ جانبی صدمه جزئی وارد شد . این مقایسه نشان داد زمانی که محصولی مانند سویا در مرحله بیش از پنج برگی قرار دارد و شاخه های جانبی ایجاد کرده است نبایستی از کولتیواتور هلالی استفاده شود و کولتیواتور ساخته شده در این طرح با جدا کردن بشقاب‌ها بخوبی قادر به کار خواهد بود. در مراحل اولیه رشد گیاه و یا محصولاتی مانند ذرت که شاخه جانبی ندارند نیازی به جدا کردن بشقاب‌ها وجود ندارد و برش عمودی خاک توسط بشقاب‌ها به کارکرد یکنواخت تیغه کمک خواهد کرد.

جدول *2*- تعداد علف‌های هرز قبل و بعد از عملیات در مزرعه توسط دستگاه ساخته شده

نوع علف هرز	تعداد قبل از عملیات	تعداد بعد از عملیات
علف خوکی در یک متر مربع	74	32
پیچک(کاتوس) در 10 متر مربع	40	17
خارشتر در 10 متر مربع	31	11
طوق(زانتیوم) در 20 متر مربع	24	9
کنگر وحشی در 20 متر مربع	16	6
گاوپنبه در 20 متر مربع	8	3

4- تاثیر بر خواص فیزیکی خاک

داده های رطوبت خاک بر مبنای خشک و جرم مخصوص ظاهری خاک شش روز بعد از انجام عملیات کولتیواتورزنی توسط دو دستگاه جمع آوری شد و در قالب طرح آماری اسپلیت پلات تحت بلوک های کامل تصادفی مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری مابین دو دستگاه در دو سرعت پیشروی از نظر تاثیر بر جرم مخصوص ظاهری خاک وجود ندارد . فقط از نظر تاثیر بر رطوبت خاک در عمق 1 تا 10 سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد مابین دو سرعت پیشروی مشاهده شد. جدول 3 نتایج تجزیه واریانس پارامترها را نشان می دهد. تیمارها از نظرتاثیر بر رطوبت خاک در عمق بیشتر از 10 سانتی‌متر تفاوت معنی داری نداشتند. در جدول 4 میانگین داده ها ی مذکور ارائه شده است.

جدول *3* - تجزیه واریانس مقادیر رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک

منابع تغییرات (S. O. V.)	درجه آزادی d. f.	میانگین مربعات (M. S.)			
		رطوبت(٪) 0 تا 10	رطوبت(٪) 10 تا 20	جرم مخصوص 0تا10	جرم مخصوص 10 تا 20
تکرار	2	0/401	1/570	0/0001	0/0001
A (دستگاه)	1	0/120	0/607	0/0001	0/0001
خطا1	2	0/257	1/630	0/001	0/001
B (سرعت)	1	0/853 *	2/521	0/0001	0/0001
اثر متقابل	1	0/030	1/141	0/001	0/0001
خطا 2	4	0/104	0/458	0/001	0/0001
CV٪	---	2/46	3/06	2/54	1/75

* وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5٪

میانگین کل درصد رطوبت خاک در عمق 0 تا 10 سانتی‌متر در سرعت پیشروی 3/8 کیلومتر بر ساعت برای دو دستگاه 13/38 و در سرعت پیشروی 7/8 کیلومتر بر ساعت 12/85 بدست آمد که در سطح احتمال 5٪ اختلاف معنی‌داری باهم داشتند و می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش سرعت پیشروی در هر دو دستگاه رطوبت سطحی خاک کاهش می یابد و به عبارت دیگر افزایش سرعت پیشروی کولتیواتور تبخیر سطحی خاک را افزایش می دهد. همچنین با توجه به داده های جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق 10 تا 20 سانتی‌متر، به نظر می رسد کولتیواتور هلالی موجب افزایش تراکم خاک در زیر تیغه می‌شود که نیاز به بررسی بیشتر و دقیق دارد.

جدول *4*- میانگین درصد رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک بعد از عملیات

	درصد رطوبت خاک مبنای خشک				جرم مخصوص ظاهری خاک			
	سرعت (Km/hr) 3/8		سرعت (Km/hr) 7/8		سرعت (Km/hr) 3/8		سرعت (Km/hr) 7/8	
عمق خاک (cm)	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
تیغه پنجه غازی مسطح	13/43A	22/2	13B	22/5	1/1	1/22	1/07	1/23
تیغه هلالی	13/33A	21/13	12/7B	22/66	1/08	1/24	1/1	1/23

نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده، کولتیواتور با تیغه های پنجه غازی مسطح (کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا) کارکرد مناسبی داشته و می‌تواند در محصولات ردیفی نظیر ذرت، سویا، پنبه و آفتابگردان مورد استفاده قرار گیرد . همچنین این دستگاه می‌تواند به واحد کودکار و یا سمپاش ردیفی مجهز شود و با یک حرکت و با ظرفیت مزرعه‌ای بالا عملیات کوددهی، سمپاشی و وجین را انجام دهد . برخی از مزایای کولتیواتور ردیفی با سرعت پیشروی بالا را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

1- نوک‌دار بودن تیغه و قابل تنظیم بودن زوایای آن و فاصله بشقاب ها، امکان کار تیغه در انواع مختلف خاک ها و عمق‌های دلخواه را فراهم می‌کند.

2- دستگاه به خوبی در خاک نفوذ کرده و عمق کار را حفظ می‌کند.

3- مجهز بودن تیغه و بشقاب‌ها به فنر ایمنی قابل تنظیم، موجب کاهش صدمه به دستگاه می شود.

4- وجود بشقاب ها در دو طرف به برش عمودی خاک در طرفین تیغه کمک کرده و کارکرد یکنواخت تیغه را فراهم می‌آورد.

5- عدم وجود بازو در طرفین تیغه موجب کاهش صدمه به شاخ و برگ گیاه اصلی می‌گردد.

6- به دلیل سرعت پیشروی بالا در مقایسه با کولتیواتور معمول در منطقه، ظرفیت مزرعه ای بالاتری دارد و می‌تواند با سرعت بیشتر از دو برابر سرعت معمول حرکت کند.

منابع

1- احمدی مقدم، پ. و م. کماریزاده.1381. بررسی مقاومت بازوهای کولتیواتور با استفاده از ANSYS. خلاصه مقالات دومین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون: 118-117.

2- افضلی نیا، ص. و نیرومند جهرمی، م . 1378 . مقایسه عملکرد انواع کولتیواتور در مزارع چغندر قند . گزارش پژوهشی نهایی طرح، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی: 20.

3- صفوی، م. 1381. طراحی، ساخت و ارزیابی کولتیواتور دوار . گزارش پژوهشی نهایی طرح، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی: 15 و 16.

4- Alexandrou, A. and G. Coffing. 2001. An assessment of the performance of mechanical weeding control mechanisms used in north central Ohio for maize and soybean crops.ASAE Annual Meeting. Paper number 011034: 1.

5- Biswas, H. S. 2000. Animal-drawn weeders for weed control in India.Technical Bulletin CIAE/78/3. Central Institute of Agricultural Engineering (CIAE), Bhopal, India.: 138-139.
6- Gillott, I. M. 2001. Critical herbicide uses in minor crops - an agronomist's view. In: Proceedings of the BCPC Conference-Weeds, 12-15 November, Brighton, UK, 799-802.
7- Paarlberg, K. R., H. M. Hanna, D. C. Erbach and R. G. Hartzler. 1998. Cultivator design for interrow weed control in no-till corn. Applied Engineering in Agriculture. 14(4): 353-361.
8- Pullen, D. W. M. and P.A. Cowell. 1997. An evaluation of the performance of mechanical weeding mechanism for use in high speed inter-row weeding of arable crops. J. Agri. Engng. Rer.Vol. 67. Issu1: 1.
9- RNAM, 1983. RNAM test codes and procedures for farm machinery. United Nations Development Program, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Regional Network for Agricultural Machinery, Pasay City, Philippines: 131–149.
10- Sims, B. G. 2000. Elements of design and evaluation of animal-drawn weeders. Silsoe Research institute, Animal Power for Weed Control. ATNESA publications: 94.