ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲٤ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

طراحی و ساخت مینی تراکتور چند منظوره

ایمان مرزبان[۱]، سید جعفر هاشمی[۱]

[۱]گروه ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
iman_marzban@yahoo.com

چکیده

مینی تراکتور از جمله ماشینهای کشاورزی است که جهت ارتقاء و توسعه مکانیزاسیون کشاورزی به عنوان نیروی محرک اصلی محسوب می شود. با اتصال ادوات سوار و نیمه سوار وکششی به جهت کاربری های مختلف کشاورزی در زمینهای دیم و آبی (خصوصا باغات و شالیزارها) در امرآماده سازی زمین ، کاشت، داشت ، برداشت و ... قابل استفاده می باشد.

سهولت کار و توسعه در پیشبرد کارهای کشاورزی با سرعت بالا و کیفیت کار در زمان کوتاه عامل مهمی در عرصه کار با این ماشین میباشد. با حداقل رساندن هزینه تمام شده محصولات کشاورزی در مقایسه با بکارکیری سیستم های موجود، با سرمایه گذاری کم (به دلیل قیمت پایین این ماشین و سهل الوصول و ارزانی هزینه های خدمات پس از فروش) از مزایای بکا رگیری ماشین می باشد. (مدیریت ماشین در کاهش هزینه تولید محصول نقش بسیار مهمی دارد. Edwards and Ozkan, (۱۹۸۳) بیان داشتند که ماشینهای کشاورزی به ترتیب ۳۱تا ٤۳ درصد هزینه تولید را کاهش میدهد. Von Bargen and Cunney (۱۹۷٤) پیشنهاد کردند که بیش از یک سوم هزینه تولید محصول می تواند مربوط به نوع ماشین انتخابی باشد.

ماشین با قدرت های مختلف (از ۷تا ۲۸ اسب بخار) تنوع خاصی در تولید عرصه های توسعه مکانیزاسیون کشاورزی به دلیل کاربری های متفاوت آن ایجاد می نماید. در ضمن به دلیل وزن پایین آن که بر حسب قدرتهای مختلف (۲۵۰ تا۷۰۰ کیلوگرم) می باشد. نظر متخصصان امر زراعت در زمینهای شالیزاری که تراکتورهای سنگین وزن عامل کمپک نمودن خاک اراضی می گردد را تامین نموده است .

در عین حال با توجه به راحتی کار با این ماشین، در زمینهای شالیزاری علاوه بر مشقت های زیاد در عملیات کاشت ، داشت وبرداشت در استفاده از تیلر را به حداقل و یا به صفر رسانده و مطمئنا با تکیه بر روش منطقی و اصولی انتخاب ادوات وتطبیق روش کار و مدیریت خود ، حداکثر سود را از سرمایه گذاری عاید کاربران آن می گردد.

هدف از انجام این پروژه طراحی و ساخت مینی تراکتور چند منظوره بطوریکه با حداقل وزن و حداکثر نیروی کششی و در نهایت حداقل هزینه در اجرای عملیاتهای زراعی باشد. طرح فوق بعنوان ماشینی مناسب خصوصاً در بخش زراعت برنج کشور، دارای محاسنی بشرح ذیل می باشد:

– رفع نیاز واقعی بخش کشاورزی و توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و خودکفائی و استقلال در ماشینهای کشاورزی عدم خروج میلیونها دلار ارز

– رفع مشکل مربوط به کارگیری تراکتورهای سنگین که عامل فشرده شدن خاک زراعی در کوتاه مدت عامل نابودی آن می شود.

– دارا بودن توجیه اقتصادی برای کشاورزان خرده مالک

– سهولت و تسریع در کارهای کشاورزی با توجه به شرایط آب و هوایی و محدودیت زمانی عملیات کشاورزی .

مواد و روشها

مکانیسم مینی تراکتور چند منظوره با عنایت به تعریف آن شامل یک سری اجزاء وابسته و مرتبط که هدف سیستم را تامین می نماید ، اجزاء مورد نیاز در سیستم به شرح ذیل می باشد:

- **موتور**: موتور به عنوان نیروی محرک اصلی جهت ایجاد توان لازم در قدرتهای(۷تا ۲۸ hp) عمدتاً چهارزمانه دیزل، احتراق داخل با دور خروجی حدود ۲۲۰۰ rpm برای کاربری های مختلف انتخاب می شود. در این طرح از موتور ۱۸ اسب بخار (تک سیلند، با دور خروجی حدود rpm۲۲۰۰) استفاده شد.
- **کلاچ و گیربکس و دیفرانسیل**: از سیستم کلاچ نوع صفحه ای خشک که متشکل از چهار عدد صفحه فلزی و سه صفحه فیبری می باشد وبعد از فلایویل با اتصال تسمه انتقال توان می کند، استفاده شد.
- سیستم گیربکس آن دارای ٦ دنده برای حرکت به سمت جلو و ۲ دنده برای حرکت به سمت عقب میباشد که توسط دو عدد اهرم دنده ، تغییر سرعت و قدرت را تحقق می بخشد . و یک عدد اهرم دنده ی دیگرسه حالته قابلیت خلاص و دو دور شافت پی تی او(۳۵۰و۵۵۰) را به صورت دستی برای کاربران آن فراهم می سازد
- **جعبه فرمان و فرمان** : جعبه فرمان استفاده شده در این ماشین از جعبه فرمان مکانیکی استفاده شده ..
- **سیستم جلوبندی**: از آنجاییکه این ماشین عمده فعالیت آن در زمین های کشاورزی می باشد و به دلیل پستی و بلندی های زیاد در مزارع ، سیستم جلوبندی آن به شکل محور مرکزی طراحی گردیده است.
- **شاسی عقب**: طراحی شاسی در عقب مینی تراکتور چند منظوره که برای اتصال ادوات سوار ونیمه سوار(به مالبند وسه نقطه اتصال) طراحی شده است.
- **شاسی جلو** : برای اینکه اتصال سیستم جلوبندی به گیربکس و از طرف دیگر انتقال توان موتور به کلاچ و گیربکس نیاز به طراحی و ساخت شاسی می باشد و در قسمت جلوی شاسی جهت بهره وری بیشتر از موتور و ماشین مالبند طراحی گردید که با راحتی با نصب جلوبندهای ادوات کشاورزی (از قبیل علف

تراش – شالی تراش – بیل جلو – پمپ آب – پمپ توربین – ژنراتور و غیره) قابل بهره برداری می باشد

- **سیستم هیدرولیک**: که در واقع نقش عمده و اساسی در مینی تراکتور چند منظوره دارد. از یک عدد پمپ هیدرولیک (با دبی ١٦ لیتر در دقیقه و با دور١٥٠٠ دور بر دقیقه) که در بالای شاسی عقب توسط ٦ عدد پیچ و مهره متصل شده است .
- **سیستم گاز، ترمز، و کلاچ** :در مینی تراکتور چند منظوره اهرم گاز و ترمز و کلاچ از حالت دستی به پایی تبدیل شده و پدال ترمز در سمت راست و پدال کلاچ در سمت چپ تعبیه گردید.
- در مینی تراکتور فوق با تغییرات در سیم پیچی دینام موتور با نصب دسته راهنما زیر غربال فرمان طراحی و سیم کشی و نصب آن و مجهز به راهنما در جلو ، عقب ، چراغ ترمزوچراغ جلو به همین دلیل کاربری دستگاه را در حمل و نقل شهری و روستائی بهبود بخشیده است .

طراحی و محاسبه مینی تراکتور چند منظوره

١- وزن و ابعاد و اندازه های مینی تراکتور چند منظوره

- **وزن خالص برای کارهای عادی**: وزن مینی تراکتور با سوخت، آب، روغن، و واسکازین، Kg ٧٠٠ میباشد که وزنه جلو آن به وزن kg ٥٠ در زمانی که ادوات سوار یا نیمه سوار و با کششی بیش از kg ٣٠٠ جهت حمل وکار متصل شود جهت تعادل استاتیکی نیاز به آن می باشد

فاصله تا زمین : ارتفاع پایین ترین نقطه مینی تراکتور به سطح زمین که٣٠ سانتی متر می باشد.

طول مینی تراکتور: فاصله بین پیشانی جلو(مالبند جلو)تا انتهای دو بازوی پایین عقب که به طور افقی قرار دارد ٢٢٠سانتی مترو بدون بازو از مالبند جلو تا مالبند عقب ١٩٥سانتی متر می باشد.

عرض مینی تراکتور: حداکثر فاصله تمام قسمتهای به خصوص اجزاء برآمده در طرفین (توپی – چرخ و غیره) ١٠٨ سانتی متر می باشد که این فاصله به اندازه ٢٠ سانتی متر در صورت نیاز و ضرورت قابل تنظیم و کم شدن می باشد.

ارتفاع مالبند جلو: ارتفاع پایین تر آن (٤٠ سانتی متر) و بالا تر آن (٥٠ سانتی متر) می باشد.

ارتفاع مینی تراکتور چند منظوره : فاصله بلندترین نقطه مینی تراکتور قسمت بالای غربال فرمان تا سطح زمینی ١٢٥ سانتی متر می باشد.

ارتفاع مالبند عقب ارتفاع پایین تر آن (٤٠ سانتی متر) و بالا تر آن (٥٠ سانتی متر) می باشد

٢- کارایی مینی تراکتور چند منظوره:

توان خروجی P معمولا در محور توان دهی اندازه گیری می شود محور توان دهی چهار چرخ (pto) با سرعت ۳۵۰ و ۵۵۰ دور در دقیقه با اهرم تعویض دنده که در جلوی راننده مقابل صندلی نصب شده دوران می کند. توان خروجی از یک محور دوار از فرمول زیر بدست می آید (۱):

P=2NT(3.14)

P=9.16(168.59)(3.14)(2)=9698

در فرمول فوق P توان بر حسب N، w سرعت محور بر حسب دور بر ثانیه و T گشتاور محور بر حسب (n.m) می باشد.

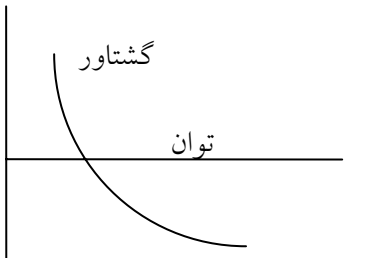
گشتاور:

برای یک محور دوار توان تولیدی(p بر حسب وات) به نیروی دورانی یا گشتاور(T) بستگی دارد که دوران و سرعت دورانی را تولید می کند:

P=2NT(3.14)
P=746 13=9698
P=746 18=13428
P=746 24=17904

که در آن N سرعت محور بر حسب متر بر ثانیه rps و گشتاورT برحسب نیوتن متر می باشد.

T=P/2(3.14)N
T=9698/(3.14)



شکل ۱ مشخصات کارآی ایده آل

معادله بالا نشان می دهد که برای ثابت نگه داشتن توان خروجی ، گشتاور خروجی باید با کاهش سرعت محور N زیاد شود. شکل۱ رابطه بین گشتاور و سرعت دوران محور را برای ثابت بودن توان خروجی نشان می دهد. در موتورهای احتراق داخلی نمی توان رابطه مشخصی را بین گشتاور و سرعت دورانی بدست آورد تا به کمک آن به توان خروجی ثابت مورد نظررسید.

طول سطح تماس:

طول تماس با این رابطه نشان داده می شود.(1)

1=0.31 (D)
1=0.31(68)=21.8

طول سطح تماس d قطر تایر در حالت بدون بار است . سطح تماس را می توان به صورت یک شکل بیضی در نظر گرفت سطح مقطع تماس را با رابطه زیر نشان داد.

A=(3.14)1b
A=(3.14)21 (20)=1323.824

که در آن b عرض مقطع تماس است.

در سال Becker and (1969) روشی را ارائه کرد که مقاومت ناشی از خمیدگی دیواره تایر در معادلات پیش بینی مقاومت غلتشی لحاظ گردیده. فشار ناشی از سختی جنس تایر در فشار باد در نظر گرفته شده است. این فشار معمولی در پایین ترین نقطه تماس تایر و زمین مقایسه شده است

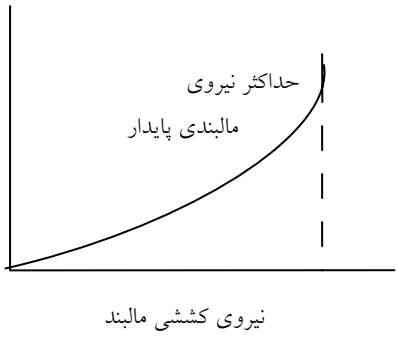
و روش دیگر محاسبه توان مالبندیp

P=FDV (1)

در عبارت مذکور FD نیروی کشش مالبندی بر حسب KN وv سرعت بر حسبm/sاست نیروی کشش مالبند (FD) نیروی کشش که در مالبند مینی تراکتور تولید می شود به وضعیت درگیری زمین و چرخ تراکتوری بستگی دارد و نیروی کشش مالبندی: نیرویی است که در جهت حرکت توسط موتور تراکتور در مالبند تولید می شود و از فرمول FD=H-PW که در فرمول فوق H نیروی گیرایی،P ضریب مقاومت غلتشی و W وزن اعمال شده روی محور محرک چهارچرخ می باشد نیروی گیرایی H از فرمول زیر به دست می آید

H=T/r (1)

که در این فرمول T گشتاور ورودی و r شعاع غلتشی چرخ محرک می باشد



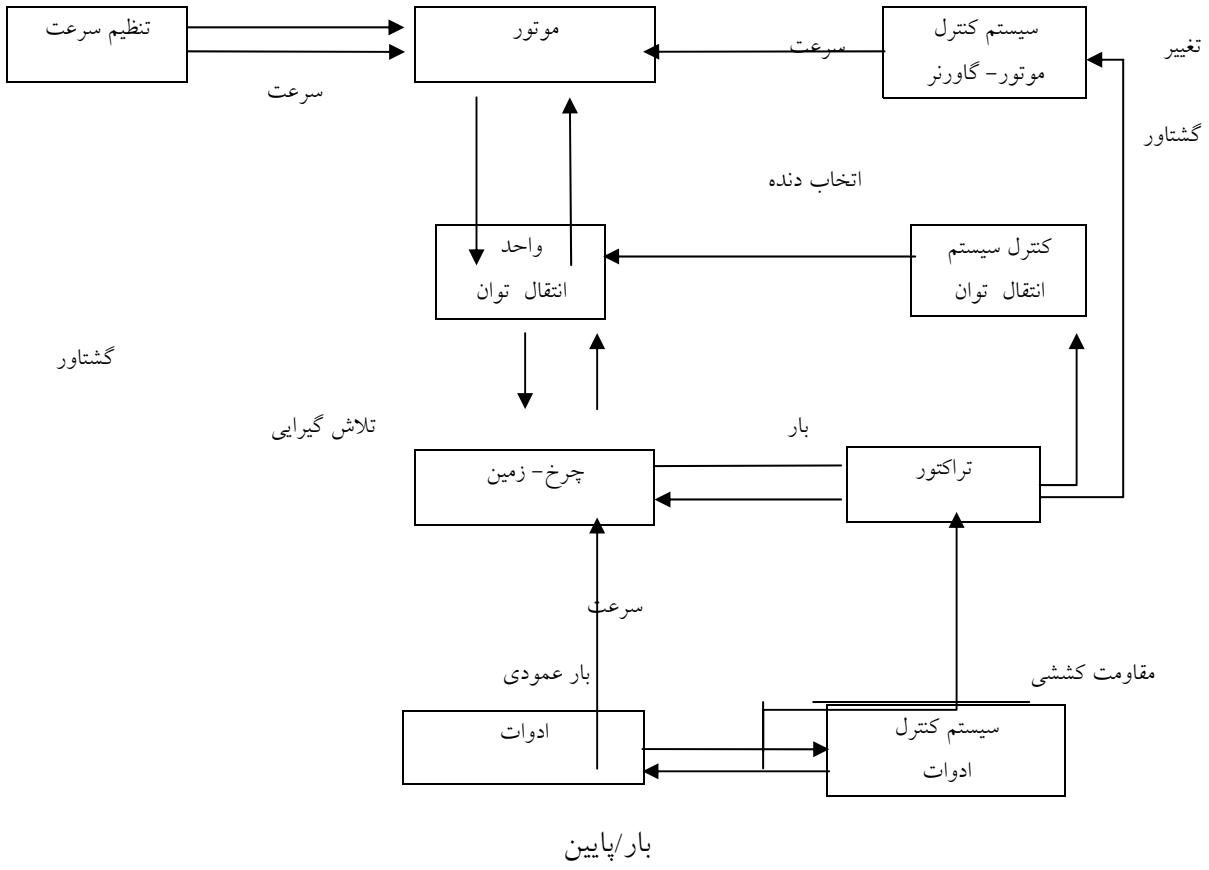
ضریب مقاومت غلتشی P از فرمول زیر به دست می آید :

P=R/W

که در آن R مقاومت غلتشی است و W وزن که بر روی محور محرک تراکتور اعمال می شود ناشی از وزن تراکتور، وزن ادوات و نیروی عمودی بین خاک و ادوات خاک ورزی است بنابراین حرکت رو به جلوی تراکتور و ادوات را می توان به صورت زیر تعریف کرد:

FD-D=Wt+Wi/g□dv/dt (1)

که در فرمول فوق D مولفه افقی مقاومت کششی ادوات، Wi وزن ادوات، Wt مولفه وزن تراکتور و v سرعت پیشروی تراکتور وt زمان می باشد و عملکرد دینامیکی تراکتور و ادوات می تواند تحت تاثیر عملکرد مشخصه گشتاور سرعت موتور بازده سیستم انتقال توان و بازده گیرایی چرخ با خاک که بر روی کشش مالبندی موثر بوده از خصوصیات عمق ادوات وسیستم کنترل با کشش قرار می گیرد. نمودار بلوک این روابط درشکل ۳ آمده است (Dwyer,1970).



شکل ۳ عملکرد دینامیکی تراکتور و ادوات

گشتاور مورد نیاز تراکتور از فرمول:

$$T=(I/g)\square(dN/dt)+(Hr/\eta N) \qquad (1)$$

که در آن T گشتاور موتور و I ممان قطبی حاصل از اینرسی اجزا دورانی وN سرعت چرخش موتور و η بازده سیستم انتقال وn نسبت کلی مجموعه سیستم انتقال است .

ردیف	نوع ادوات	کیلوگرم نیروی لازم برای کشیدن در هر سانتی متر مربع
۱	گاو آهن	۰/۳۵ تا۰/۰۸٤ بر حسب سطح کار در سانتی متر مربع
۲	دیسک دو ردیفه	۱۲۰ تا۲٤۰ بر حسب هر متر عرض کار
۳	ماشین های درو	۹۰ تا۱۵۰ بر حسب هر متر عرض کار
٤	خرمن کوب	۰/۳ تا۰/۵ اسب بخار برای هر سانتی متر عرض کار
۵	کولتیواتور	۱۱۵ تا ۲۲۵ بر حسب هر متر عرض کار

با توجه به اینکه گریبکس مینی تراکتور چند منظوره با موتورهایی از ۸/۵ الی ۲٤ اسب بخار طراحی گردیده اگر بخواهیم قدرت مینی تراکتور چند منظوره را برای تمام کارهای ماشینهای کشاورزی محاسبه کنیم باید از جدول زیر که نتیجه آخرین تحقیقات محققین می باشد استفاده کرد.

قدرت مورد نیاز برای کشیدن یک گاو آهن در هر ۲ سانتی متر مربع بر حسب سطح کار kg/cm۲ ۰/۳۵ تا۰/۸٤ در خاک مقاومت ایجاد می کند.

عرض گاوآهن ۲۰ سانتی متر باشد در عمق ۱۰ سانتی متر خاک را برش و زیر و رو کند.(۳)

$$(20)\square(10)=200\ cm^2$$

$$W=(200)\square(0.35)=70\ kg/cm^2$$

سرعت مینی تراکتور در زمان خاک برداری km ۱۰ باشد.

$$V=(10)\square(1000)/3600=2/7\ \ m/s$$

$$F=W.V$$

$$F=(70)\square(2/7)=189\ \ kg/s$$

قدرت مورد نیاز مالبند جهت کشیدن گاوآهن

$$(189)/(75)=2/5$$

چون در مینی تراکتور در شرایط متفاوت خاک ۳۵٪ الی ۵۰٪ افت نیرو در توان مالبندی داریم:

$$(18).(\%50)=9\ hp$$

قدرت کشش مالبندی مینی تراکتور بر حسب اسب بخار باشد قدرت مورد نیاز جهت گشیدن گاو آهن

$$(9)+(2/5)=11/5$$

مازاد توان

$$(18)-(11/5)=6/5$$

بالا نتیجه جهت عملیات شخم زنی با گاوآهن تک خیش می توان از موتورهای حداقل HP ۱۲ استفاده نمائیم.

اگر W با مقاومت گاوآهن در موقع کار ۰/۸٤،کیلو گرم بر سانتی متر مربع باشد

(200).(0/84)=165 kg/cm^2
F=w.v=(165).(2/7)=453/6 kg/s

قدرت مورد نیاز برای کشیدن گاوآهن (453/6)/(75)=6/4 (6.4)+(9)=15/4

موتور مورد نیاز جهت این منظور از موتور با قدرت۱۸ HP می توان استفاده نمود.

توان مورد نیاز برای کشیدن یک عدد دیسک دو ردیفه ۱۲۰ کیلوگرمی برای هر متر عرض کار.

(1).(120)=120
V=(10).(1000)/(3600)=2/7 m/s
F=W.V=(120).(2/7)=324 kg/s
(324)/(75)=4.32

قدرت موتور مورد نیاز بر حسب اسب بخار (4/32)+(9)=13/32hp

قدرت مازاد موتور مینی تراکتور جهت کشیدن دیسک دو ردیفه با یک متر عرض

(18)-(13/32)=4/68 hp

توان مورد نیاز برای کار با کولتیواتور با عرض کار ۱/۱ متری.

کل نیرو وارده بر کولتیواتور (225)*(1.1)=247.5

V=(3.8)*(1000)/(3600)= 1.05 m/s
F=(247.5)*1.05=261.25 kg/s
(261.25)/(75)=3.48
(3.48)+(9)=12.4 hp

توان مورد نیاز برای کار با کولتیواتور با عرض کار ۱/۱ مترhp ٤/۱۲ می باشد

نتیجه گیری

ردیف	نوع ادوات	توان مورد نیاز بر حسب اسب بخار
۱	گاو آهن	**۱۵/٤**
۲	دیسک دو ردیفه	**۱۳/۳۲**
۳	کولتیواتور	**۱۲/٤**

موتوری که برای این مینی تراکتور انتخاب شده با محاسبه اتلاف ۱۵ ٪توان موتور از موتور ۱۸ اسب بخار(میتسوبیشی)استفاده شده است که توان مورد نیاز برای ادوات را تامیین می کند.

رفع مشکل مربوط به کارگیری تراکتورهای سنگین که عامل فشرده شدن خاک زراعی در کوتاه مدت عامل نابودی آن می شود.

سهولت کار و توسعه در پیشبرد کارهای کشاورزی با سرعت بالا و کیفیت کار در زمان کوتاه عامل مهمی در عرصه کار با این ماشین میباشد.

با حداقل رساندن هزینه تمام شده محصولات کشاورزی در مقایسه با بکارکیری سیستم های موجود، با سرمایه گذاری کم (به دلیل قیمت پایین این ماشین و سهل الوصول و ارزانی هزینه های خدمات پس از فروش) از موارد بکا رگیری این ماشین می باشد.

مزایای ویژه

- طراحی ساده و چند منظوره در عملیات آماده سازی زمین، داشت و برداشت در زمینهای کشاورزی دیم وآبی
- مکانیزه نمودن کارهای کشاورزی با بهره مندی از دستگاه فوق.
- طراحی سیستم تعلیق با عنایت به مانورپذیری در گردش به شعاع ۳□۵ متر.
- سهل الوصول بودن خدمات پس از فروش با توجه به قیمت پائین قطعات .
- کاربرد دستگاه فوق علاوه بر عملیات کشاورزی کاربرد وسیع در کارهای صنعتی و عمرانی و خدمات شهری دارد.
- تامین نظر کارشناسان آب و خاک جهت عدم کمپک نمودن خاک اراضی به دلیل وزن پایین دستگاه که حداکثر به ۷۰۰ کیلوگرم می رسد.

منابع:

۱- سیستم های تراکتور وادوات خاک ورزی تالیف،Ralph alcock

۲- اصول طراحی ماشین های کشاورزی / مولفان آجیت سریو استاوا ، گارول گورینگ،راجر رور باک.

۳- تراکتورها وماشینهای کشاورزی تالیف سید محمد صافی

۴ -Becker, M.J.(1969).”introduction to Terrain vehicle Systems.”Univ. of Michingan Press, Ann Arbor,MI

۵ -Azkan,E., and Edwards,W.(1983).using microcomputers for machinery management.ASAE Paper No.MCR 83-132.Am. Soc.Agric.Engr. St.Joseph,MI

۶ -Von Bargen, K., and Cunney, M. B. (1974). Activity ratios for fram machinery operations analysis. Trans.ASAE 17,255-227

۷- Dwyer, M.J.(1970).the dynamic performance of tractor-implement combinations.Proc.Instr.Mech.Engr. 184,Part 3Q, 68-82