طراحی و پیاده سازی نرم افزاری برای برآورد عملکرد تراکتور

محمود امید[۱]- یوسف عباسپور[۲]- علیرضا کیهانی[۳]

چکیده

مدلهای کامپیوتری و نرم افزارهای شبیه سازی به محققان کمک می کند تا عملکرد تراکتورها را با تعیین عوامل موثری که ممکن است بر عملکرد تراکتور در مزرعه تاثیر گذارد، بدون اینکه زمان یا هزینه زیادی صرف آزمایشهای میدانی شود پیش بینی کنند. هدف از اجرای این تحقیق طراحی نرم افزار شبیه سازی و بررسی عملکرد تراکتورهای کشاورزی می باشد. این نرم افزار برای بررسی عملکرد تراکتورهای دو و چهار چرخ محرک با تایر معمولی یا لا- شعاعی که در زمینهای کشاورزی کار می کنند طراحی و پیاده سازی شده است. این نرم افزار همچنین اساتید و دانشجویان را در برنامه های پژوهشی و آموزشی یاری خواهد داد. کاربر پس از انتخاب مدل تراکتور و پارامترهای آن، با اجرای برنامه اطلاعات مفیدی از تراکتور شامل کارایی کششی، لغزش، بار دینامیکی، نسبت کشش دینامیک، مصرف ویژه سوخت، سرعت واقعی، نسبت مقاومت حرکتی، نیروی کشش مالبندی و توان مالبندی را ملاحظه نماید.این برنامه به زبان ویژوال بیسیک نوشته شده است که از طریق کنترلر DAO که یکی از اشیاء موجود در کتابخانه ویژوال بیسیک می باشد به بانک داده اطلاعات انواع تراکتورها که با اکسس ایجاد شده است، دستیابی داشته و امکان تعریف مدل/ مارک تراکتور جدید و همچنین امکان ویرایش و ذخیره مدل های موجود در بانک داده را فراهم می آورد. این برنامه دارای یک اینترفیس گرافیکی کاربر پسند، جذاب، انعطاف پذیر وساده می باشد. از ویژگیهای بارز این نرم افزار می توان اشاره کرد که کاربر در هر مرحله قادر به چاپ و یا ذخیره مدل بصورت یک فایل اکسل می باشد.

۱- استادیار گروه ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران
۲- دانشجوی دکتری گروه ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه ماشینهای کشاورزی دانشگاه تهران

واژه های کلیدی: تراکتور، بررسی عملکردی، مصرف سوخت، شبیه سازی، طراحی اینترفیس، ویژوال بیسیک

مقدمه

مدلهای کامپیوتری به محققان اجازه می دهد که بسیاری از مسائل وابسته به عملکرد تراکتور را بررسی نمایند. این مدلها یک ابزار بسیار قوی و سودمند به منظور درک و مقایسه پارامترهای مختلف موثر بر عملکرد تراکتور برای دانشجویان علاقه مند بویژه، ماشینهای کشاورزی می باشد. همچنین این برنامه به طراحان و شرکتهای سازنده تراکتور کمک خواهد کرد تا از طریق مقایسه و تحلیل پارامترهای گوناگونی که بر عملکرد تراکتور تاثیر می گذارند آنها را در ارتقاء بخشیدن طراحی تراکتور یاری رسانند. مدلهای کامپیوتری و برنامه های شبیه سازی به محققان کمک می کنند تا عملکرد تراکتورها را در حالت دینامیکی با تعیین عوامل موثری که ممکن است بر عملکرد تراکتور در مزرعه تاثیر گذارد، بدون اینکه هزینه / زمان زیادی صرف آزمایشهای میدانی شود پیش بینی کنند. تحقیقات قابل توجهی در توسعه برنامه های شبیه سازی و مدلهای پایه کامپیوتری برای خدمات آموزشی و تحقیقی در حوزه مهندسی ماشینهای کشاورزی و مهندسی کشاورزی در حال انجام می باشد.

هدف از این تحقیق، طراحی نرم افزاری جهت بررسی عملکرد و محاسبه میزان مصرف سوخت تراکتورهای کشاورزی می باشد. این نرم افزار برای بررسی عملکرد تراکتورهای دو و چهار چرخ محرک با تایرهای معمولی و لا-شعاعی که در زمینهای کشاورزی کار می کنند در محیط ویژوال بیسیک طراحی و پیاده سازی شده است.

زاز (*Zoz*) در سال ۱۹۷۰ یک مدل گرافیکی برای پیش بینی عملکرد مزرعه ای تراکتور ارائه کرد. .این مدل برای پیش بینی نیروی کششی، توان کششی، سرعت حرکت و کاهش پیشروی تراکتورهای دو چرخ محرک تحت شرایط زمینهای مختلف مفید و عملی بود. بریکسیوس (*Brixius*) در سال ۱۹۸۷ معادلات جدید برای پیش بینی عملکرد کششی تایرهای معمولی که بر روی زمینهای کشاورزی کار می کنند با اصلاح معادلاتی که در سال ۱۹۷۲ توسط ویسمر و لوث معرفی شده بود را توسعه داد و دامنه کاربردشان را افزایش داد. این معادلات می توانند برای تراکتورهای مختلف از تراکتورهای باغی گرفته تا تراکتورهای تسطیح اراضی، کاربرد داشته باشند. مجموعه متغیرها شامل نسبت عرض به قطر، نسبت انحراف، وزن به عرض و قطر و شاخص مخروط می باشد. محدوده عملی این فرمول ها شامل همه شرایطی است که تایرهای یک تراکتور کشاورزی با آن مواجه می شود (به استثنای تایرهای لا- شعاعی). در این مدل، گشتاور چرخ ، مقاومت غلتشی، کشش خالص و کار آیی کشش به صورت توابعی از مقاومت خاک، بار چرخ، لغزش، اندازه تایر و نیز تغییر شکل تایر پیش بینی می شوند.

معادلات پیش بینی عملکرد کششی استفاده شده در این تحقیق به منظور توسعه یک نرم افزار جهت برآورد عملکرد کششی تراکتور، همان مدل بریکسیوس (۱۹۸۷) است. معادلات مربوط به محاسبه نسبت کشش کل[۱] (GTR)، نسبت مقاومت غلتشی[۲] (MRR)، نسبت کشش خالص[۳] (NTR) و بازدهی کششی[۴] (TE) به قرار زیرند:

$$GTR = A_1 \times (1 - e^{-A_2 B_n}) \times (1 - e^{-A_3 s}) + A_4 \qquad (۱)$$

$$MRR = \frac{A_7}{B_n} + A_4 + \frac{0.5s}{\sqrt{B_n}} \qquad (۲)$$

$$NTR = GTR - MRR \qquad (۳)$$

$$TE = \frac{NT}{GT}(1 - s) \qquad (۴)$$

در این معادلات s لغزش و $B_n = WN\left(\frac{1 + A_5 \delta / h}{1 + A_6 b / d}\right)$، عدد حرکت چرخ می باشد۰ ضمنا W در این رابطه برابر $CIbd/W$ است که به عدد چرخ معروف است۰ CI، شاخص مخروطی، W، بار دینامیکی روی چرخ، b و d عرض و قطر تایر، b/d و δ/h نسبت مقطع عرضی و نسبت تغییر شکل تایر است۰ ضرایب کششی برای تایرهای معمولی و لا- شعاعی در جدول ۱ داده شده است۰

جدول ۱: ضرایب کششی توصیه شده برای انواع تایرها

ضرایب کششی	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
تایر معمولی	۰/۸۸	۰/۱	۷/۵	۰/۰۴	۵	۳	۱
تایر لا- شعاعی	۰/۸۸	۰/۱	۹/۵	۰/۰۳۲	۵	۳	۰/۹

به منظور برآورد هزینه مصرف سوخت، لازم است حجم مصرف سوخت در واحد زمان مشخص شود و برای محاسبه مصرف ساعتی سوخت ناگزیر باید مصرف سوخت ویژه[۵] (SVFC) را برآورد کرد. با معلوم بودن توان بیشینه تراکتور در محور تواندهی، توان مالبندی و ضرایب انتقال و کشش تراکتور، مصرف سوخت ویژه را طبق استاندارد ASAE می توان از فرمول زیر محاسبه کرد:

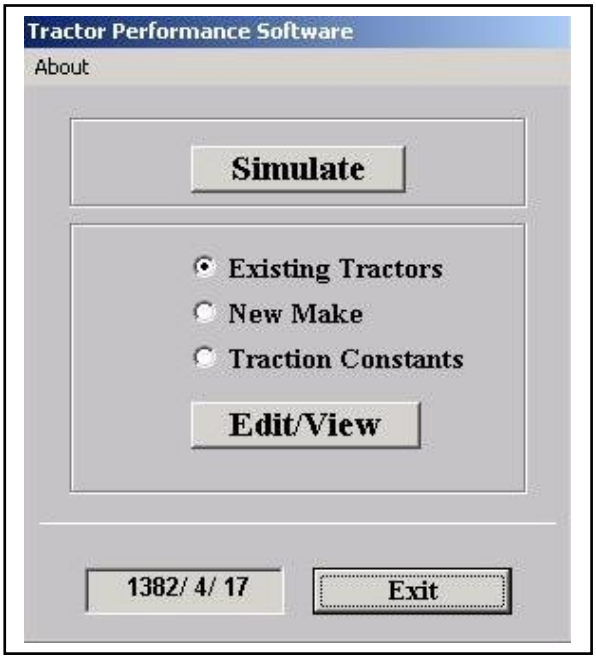
$$SVFC = 3.91 + 2.64x - 0.203\sqrt{173 + 738x} \qquad (۵)$$

که x نسبت توان مالبندی معادل توان محوری به بیشینه توان محور تواندهی برحسب kW است و $SVFC$ برحسب $L/kW.h$ محاسبه می شود۰

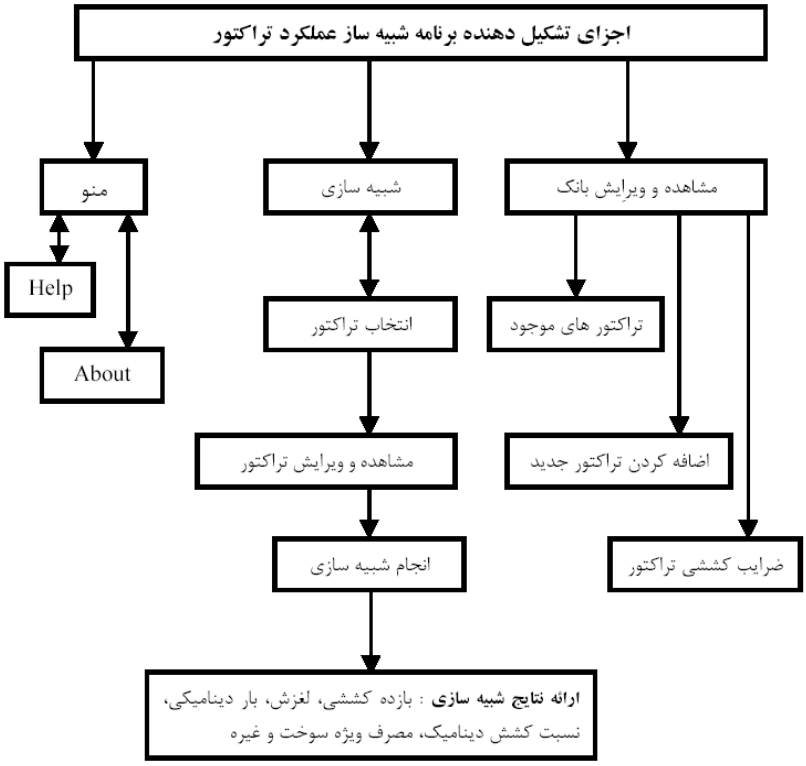
[1] Gross Traction Ratio - GTR
[2] Motion Resistance Ratio - MRR
[3] Net Traction Ratio - NTR
[4] Tractive Efficiency - TE
[5] Specific Volumetric Fuel Consumption - SVFC

مواد و روشها

برای پیش بینی عملکرد و محاسبه میزان مصرف سوخت تراکتورهای دو و چهار چرخ محرک روی زمینهای کشاورزی با تایرهای معمولی یا لا- شعاعی یک نرم افزار کاربردی و انعطاف پذیر لازم بود. بنابراین یک برنامه به زبان ویژوال بیسیک نوشته شد. واسط گرافیکی کاربر *(GUI)* نرم افزار در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: واسط کاربر گرافیکی *(GUI)* برنامه شبیه ساز عملکرد تراکتور (اینترفیس شروع برنامه)



شکل ۲ : نمودار گردشی برنامه پیش بینی عملکرد مزرعه ای تراکتور

نمودار گردشی نرم افزار طراحی شده جهت برآورد عملکرد تراکتور و مصرف سوخت در شکل ۲ نشان داده شده است. دکمه *Edit/View* در منوی اصلی برنامه (شکل ۱) برای مقاصد زیر در نظر گرفته شده است :

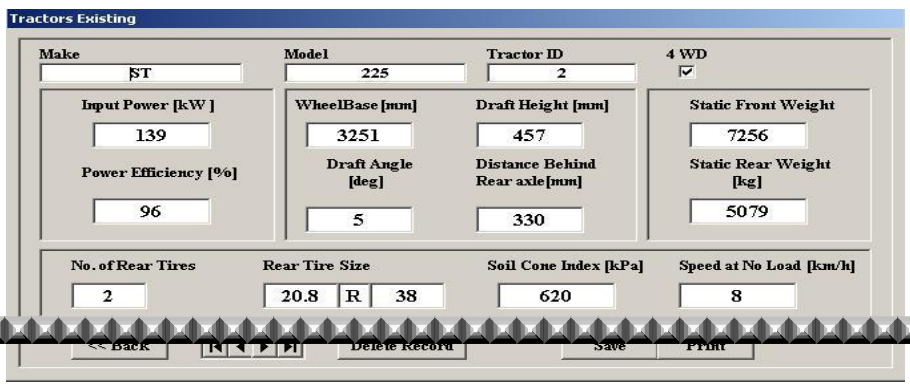
۱- دسترسی به اینترفیس بانک اطلاعاتی تراکتورهای موجود،

۲- دسترسی به اینترفیس افزودن مدل جدید تراکتور به بانک اطلاعاتی و

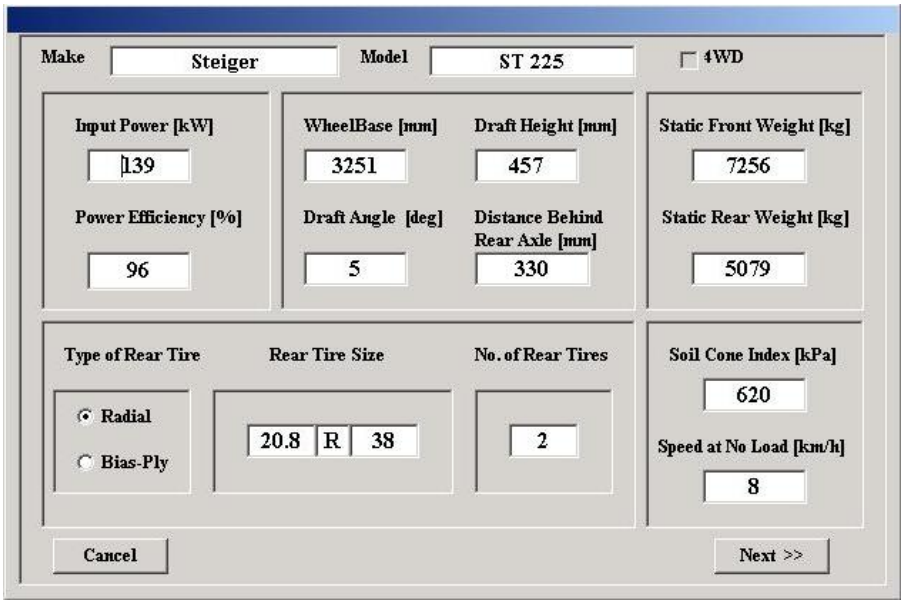
۳- دسترسی به داده های ضرایب کششی مربوط به تایر معمولی و لا- شعاعی.

بنابر در خواست کاربر، هر کدام از این بانکها پس از انتخاب و کلیک بر روی دکمه *Edit / View* قابل دسترس و ویرایش هستند .

شکل ۳ واسط گرافیکی بانک داده تراکتور های موجود را نشان می دهد. این واسط پایگاه داده تراکتور های موجود در بانک را نمایش می دهد. کاربر در این پنجره می تواند داده های تراکتور های موجود در بانک را مشاهده و در صورت تمایل کلیه داده های تراکتور را چاپ و یا در قالب یک فایل اکسل کپی کند. در این فرم از یک کنترل *DAO* جهت حرکت در میان رکورد های بانک استفاده شده است. پنجره داده های ضرایب کششی مربوط به تایرهای معمولی و شعاعی (جدول ۱) مقادیر *A1* قرار می گیرند .

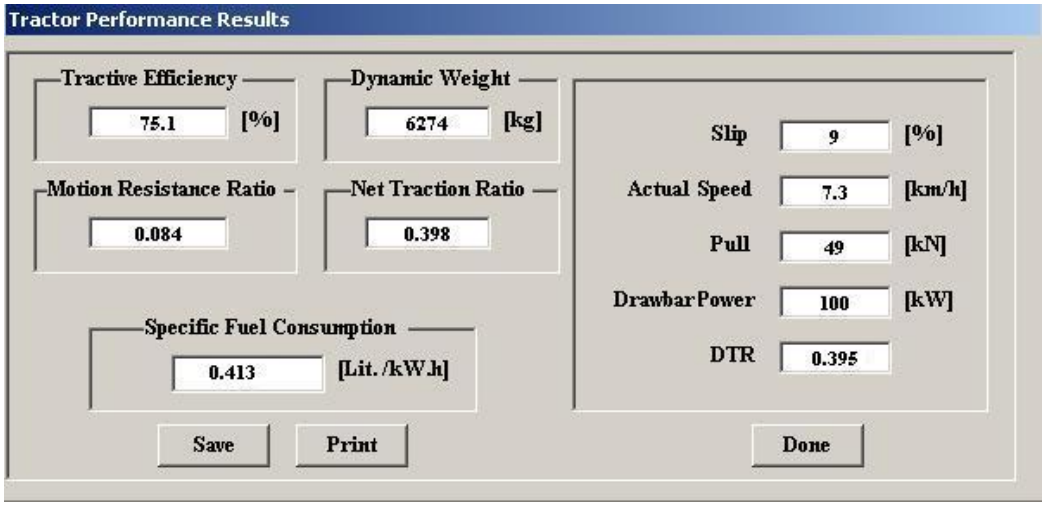


شکل ۳: واسط گرافیکی بانک تراکتور های موجود (فرم تراکتور های موجود)



شکل ۴: پارامترهای ورودی برای برنامه شبیه سازی

پارامترهای ورودی برای برنامه شبیه سازی در شکل ۴ نشان داده شده است. در این پنجره کاربر می تواند داده ها را ویرایش و یا اصلاح نماید بدون اینکه این تغییرات بر روی داده های اصلی اعمال شوند . پس از اعمال تغییرات کاربر می تواند با کلیک بر روی دکمه *Next* برنامه فرمولهای ۱ تا ۵ را محاسبه و نتایج شبیه سازی را نمایش می دهد (شکل ۵) . در پنجره ای که نتایج شبیه سازی نشان داده می شود امکان چاپ و یا ذخیره داده ها بصورت یک فایل اکسل نیز فراهم آمده است . مراحل ویرایش داده ها و نتایج حاصل از شبیه سازی در شکل زیر نشان داده شده است .



شکل ۵: پنجره ارائه نتایج شبیه سازی

جمع بندی

برنامه حاضر به زبان ویژوال بیسیک به منظور اهداف تحقیقاتی و آموزشی نوشته شده است که استفاده و کار با آن با وجود کنترلر *DAO*، امکانات چاپ و ذخیره اطلاعات به صورت یک فایل اکسل نسبت به برنامه های مشابه قبلی (مثلا، برنامه ای که توسط الحامد و همکاران نوشته شده است) بسیار راحتتر می باشد . فرمول لغزش از استاندارد جدید *ASAE* اقتباس شده و متفاوت با فرمول بکار رفته در برنامه های قبلی است. همچنین برآورد مصرف سوخت ویژه (معادله ۵) در این برنامه مورد توجه خاص قرار گرفته است. چنین محاسباتی در هیچ یک از برنامه های پیشین انجام نشده است.

منابع

1. *Al-Hamed, S.A.,. Al-Janobi,A.A., 2002.A program for predicting tractor performance in Visual C++. Comput. Electron. Agric.31, 137–149.*
2. *ASAE Standards, 2000.ASAE D497.4 Agricultural machinery management data. ASAE, St. Joseph, MI.*
3. *Brixius, W.W., 1987. Traction prediction equations for bias ply tires. ASAE Paper 87-1622, 8 pp.*
4. *Wismer, R.D., Luth, H.J., 1972.Off-road traction prediction for wheeled vehicles. ASAE Paper 72-619,16 pp.*

5. *Zoz, F.M., 1970. Predicting tractor field performance. ASAE Paper 70-118, 12 pp.*
6. *Zoz, F.M. 1987. Predicting tractor field performance (Updated). ASAE Paper No. 87-1623.St.Joseph, MI: ASAE.*