مقایسه مدلهای مدیریت و انتخاب بهینه ماشین‌های کشاورزی

ارمغان کوثری مقدم [*۱]، حسن صدرنیا [۲]، حسن عاقل [۳]، محمد بنایان اول [۴]
۱.دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
ایمیل: a.kosarimoghaddam@gmail.com
۲. استادیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی ، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳. دانشیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی ، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

از آن‌جایی که سودآوری در کنار بهره‌وری و تولید محصول با کیفیت از اهداف اصلی بخش کشاورزی می‌باشد، نیاز به مدیریت صحیح منابع و امکانات موجود برای این منظور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به این که بخش عمده‌ای از هزینه‌های این بخش مربوط به استفاده از ماشین‌های کشاورزی بوده، استفاده بهینه و به موقع از این ماشین‌ها می‌تواند به کاهش چشمگیر هزینه‌های کلی تولیدی بیانجامد. در نتیجه وجود برنامه‌های مدیریتی و جامع به منظور بهینه‌سازی بکارگیری ماشین‌های کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. از این رو، برنامه‌ها و مدل‌های مختلفی به منظور انتخاب بهینه ماشین‌های کشاورزی ایجاد شده‌اند. به طور کلی مدل‌های ایجاد شده در زمینه مدیریت ماشین‌های کشاورزی را می‌توان به سه گروه مدل‌های ریاضی، برنامه‌نویسی کامپیوتری و شبیه‌سازی طبقه‌بندی نمود که هریک از این مدل‌ها ویژگی‌های خاص خود را داشته و برای شرایط متفاوتی تهیه شده‌اند. در صورتی که مدل برای انتخاب بهینه ادوات برای کشت محصول یا محصولات خاصی باشد ورودی آن غالباً ویژگی‌های ماشین‌های کشاورزی نظیر اندازه، ظرفیت کاری و تعداد آن‌ها و هم‌چنین ویژگی‌های محصولات مورد نظر مانند زمان کاشت، نوع عملیات کشاورزی مورد نیاز و ... می‌باشد و در صورتی که برای عملیات خاصی از کشت یا فرآوری یک محصول باشد، شرایط مورد نظر برای همان عملیات به عنوان ورودی مدل در نظر گرفته می‌شود. در این مقاله سعی شده است که تعدادی از مدل‌های ایجاد شده به منظور مدیریت ماشین‌های کشاورزی بررسی شده و عوامل مؤثر بر انتخاب سیستم‌های بهینه ماشین‌های کشاورزی بیان گردیده است.

واژگان کلیدی: انتخاب، بهینه‌سازی، ماشین‌های کشاورزی، مدلسازی

مقدمه

با توجه به این‌که بهره‌گیری از ماشین‌های کشاورزی سبب کاهش زمان مورد نیاز برای انجام کارها، افزایش عملکرد و کاهش تلفات محصول شده ولی عدم استفاده مناسب از آن‌ها نیز سبب افزایش هزینه‌ها و در نتیجه کاهش سودآوری خواهد شد، در نتیجه مدیریت صحیح و اقتصادی ماشین‌های در دسترس نیازمند برنامه جامع و کارایی است که بهینه‌ترین سیستم کاری ماشین‌های کشاورزی در مزرعه را انتخاب کند. از آن جایی که این مدیریت در گرو توجه به هزینه‌های این بخش می‌باشد، بایستی عوامل مؤثر بر آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته، روش و معیار مناسب جهت ارزیابی سیستم‌های ماشینی کشاورزی انتخاب شده و در نهایت از میان سیستم‌های موجود بهینه‌ترین آن تعیین گردد. فرآیند بهینه‌سازی در مسایل مدیریت مزرعه به دلیل پیچیدگی سیستم ماشین‌های کشاورزی موجود و تنوع نوع، اندازه، تعداد و ویژگی‌های عملیاتی، کار دشواری است (Haffar and Khoury,1992)؛ اما می‌توان با یافتن عوامل مؤثر در این فرآیند، به روشی مناسب برای انتخاب بهترین سیستم دست یافت. به طور کلی، در اکثر پژوهش‌های انجام گرفته دو عامل وجود روزهای کاری و هزینه‌های به موقع نبودن از مهمترین فاکتورهای مؤثر در انتخاب بهینه ذکر شده است که در ادامه بررسی خواهد شد. با توجه به اهمیت این موضوع، پژوهش‌های بسیاری انجام گرفته است و در آن‌ها تأثیر عوامل متفاوت در کاهش هزینه و استفاده بهینه از سیستم‌های ماشین‌های کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این، پیشرفت روز افزون برنامه‌های کامپیوتری، مدل‌های بیشماری برای انتخاب سیستم بهینه ماشین‌ها و ادوات در فرآیندهای مختلف کشاورزی ایجاد شده است که در این مقاله به بررسی برخی از آن‌ها پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

۱-۱- بررسی مدل‌های احتمال روز کاری

روز کاری به روزی اطلاق می‌شود که در آن رطوبت خاک در حدی باشد که ماشین بتواند بدون از بین بردن ساختمان خاک عملیات مورد نظر را انجام دهد. به طور کلی، وجود روز کاری به عوامل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی، نوع عملیات و جنس خاک بستگی دارد که سبب می‌شود برای هر منطقه تعریف خاص خود را داشته باشد (Rotz and Harrigan,2005). برای مثال، ویتنی (۱۹۸۸) رطوبت کمتر از حد خمیری و بارندگی کمتر ۱۰ میلی متر و آتیده (۲۰۱۲) برای منطقه لندرنیای برزیل بارندگی کمتر از ۵ میلی‌متر را روز کاری بیان کرده‌اند. در ایران نیز خانی (۱۳۸۷) حد خمیری را حد بالای کارپذیری و ۰.۹ حد خمیری را رطوبت بهینه و حد پایین کارپذیری برای خاکورزی و عمرانی (۲۰۱۲) بارندگی کمتر از ۲ میلی‌متر را شرط وجود روز کاری تعریف کرده‌اند.

۱-۲- هزینه‌های به موقع بودن

هزینه‌های به موقع بودن عاملی مهم در انتخاب پر بازده ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. ارزش اقتصادی این هزینه‌ها برای دربر گرفتن اثر کاهش در کیفیت و کمیت محصول ناشی از عملیات نابهنگام ماشین‌های کشاورزی مورد نیاز می‌باشد. تغییرات هزینه‌های به موقع بودن بسیار وسیع بوده و به منطقه، واریته‌های محصول، فصل کاری و عملیات ماشین‌های کشاورزی بستگی دارد (ASAE, 1980). این هزینه‌ها با اندازه ماشین‌های کشاورزی، تعداد راننده، مکان و سال تغییر می‌کند. برای حداقل کردن هزینه‌های ماشین‌های کشاورزی بایستی ترکیبی از عوامل ذکر شده بکار گرفته شود که در بسیاری از مدل‌های ایجاد شده، اثر این هزینه‌ها بر انتخاب سیستم بهینه در نظر گرفته شده است.

۱-۳- بررسی مدل‌های انتخاب بهینه

حال پس از بررسی عوامل مؤثر در انتخاب ماشین‌های کشاورزی، به روش‌های استفاده شده برای مدلسازی آن پرداخته می‌شود:

طبق تعریف، مدل "تقریبی از جهان واقعی" است که می‌تواند با "شبیه‌سازی" مشاهدات آن تکرار شده و نتایج حاصل مورد "ارزیابی" قرار گیرد و اعتبارسنجی و اصلاح شود (Sokolowski and Banks, 2010) و شبیه‌سازی عبارت است از "فرایندی از مدلسازی و اجرای مدل" (مه‌آبادی، ۱۳۹۱). به‌طور کلی شبیه‌سازی برای مقاصدی مانند بررسی رابطه‌های متقابل هر سیستم یا زیرسیستم پیچیده، مشاهده رفتار در اثر تغییرات اعمال شده و آزمایش طرح‌ها یا خط مشی‌های جدید پیش از اجرای آن‌ها، ابزاری مناسب به شمار می‌رود (محلوجی، ۱۳۸۸). در نتیجه استفاده از شبیه‌سازی می‌تواند از نظر اقتصادی و زمانی بسیار مقرون به صرفه باشد و حداکثر کارایی را به همراه داشته باشد (مه‌آبادی، ۱۳۹۱). از آن‌جایی که بررسی سیستم‌های ماشین‌های کشاورزی و اثر عوامل مختلف در آن به طور تجربی می‌تواند بسیار پر هزینه و در مواردی غیرممکن باشد، استفاده از روش‌های شبیه‌سازی می‌تواند جایگزین مناسبی برای این روش‌ها به شمار آید.

در اکثر پژوهش‌های انجام شده بر روی مدلسازی سیستم‌های ماشین‌های کشاورزی، معیار سیستم بهینه، در برداشتن کمترین هزینه ضمن تکمیل به موقع کار می‌باشد. عواملی که برای مقایسه سیستم‌های موجود استفاده می‌شود معمولاً نوع عملیات، تعداد ادوات در دسترس، تعداد روز کاری، زمان در دسترس و هزینه‌های ثابت و متغیر ناشی از بکارگیری هر ماشین می‌باشد. به منظور مدلسازی از روش‌های متفاوتی استفاده شده است که از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به برنامه‌ریزی خطی و مدل‌های کامپیوتری اشاره کرد. خلاصه‌ای از مقایسه‌های انجام گرفته روی پژوهش‌های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مقایسه مدل‌های انتخاب بهینه ماشین‌های کشاورزی

نویسنده	عنوان	روش مورد استفاده	ویژگی‌ها
James E. Osborn, Wendell C. Barrick(1970)	ارزیابی سیستم‌های انتخاب ماشین‌های کشاورزی	برنامه‌ریزی خطی و مدلسازی کامپیوتری	انتخاب سیستم تراکتور و ماشین‌های کشاورزی برای شرایط خاص زارعی
P. R. Philips, J. R. O'Callaghan(1974)	مدل ریاضی برداشت غلات	برنامه‌نویسی کامپیوتری	اثر افت ماشین با ظرفیت‌های مختلف بر هزینه‌های کلی
Noel P. Russell, Robert A. Milligan, Eddy L. LaDue(1983)	ارزیابی عملکرد ماشین‌های علوفه	برنامه‌نویسی کامپیوتری	عملکرد ماشین‌های دامداری بر پایه هزینه‌های کلی تهیه خوراک دام
Ake Axenbom(1990)	شبیه‌سازی عملیات زراعی	شبیه‌سازی پیشامد گسسته	شبیه‌سازی عملیات برداشت علوفه
Imad Haffar, Ramzi Khoury(1992)	مدل انتخاب ماشین‌های زراعی در مزارع چند محصولی	برنامه‌نویسی کامپیوتری	دارای خروجی تقویم کاری، تعداد و نوع ادوات مورد نیاز، در نظر نگرفتن عدم قطعیت هوا
Massimo Lazzari, Fabrizio Mazzetto(1996)	مدل انتخاب سیستم‌های ادوات زراعی در مزارع چند محصولی	برنامه‌نویسی کامپیوتری	الگوریتم مبتنی بر سیستم جست‌وجو و بهینه‌سازی
P.D. Forristal(1999)	محاسبه هزینه‌های خاکورزی و طراحی سیستم تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری/استفاده از ادوات کشاورزی	برنامه صفحه گسترده	محاسبه هزینه ماشین‌های کشاورزی رایج و ارائه روش برآورد سطح بهینه سرمایه‌گذاری در مزرعه
Sone Ekman(2000)	انتخاب سیستم خاکورزی	برنامه‌ریزی ترتیبی اتفاقی گسسته	مدلسازی سیستم‌های مختلف خاکورزی با در نظر گرفتن تغییرات آب و هوایی
Saad A. Al-Hamed Abdulrahman A. Al-Janobi(2001)	برنامه پیش‌بینی عملکرد تراکتور وادوات کشاورزی	برنامه‌نویسی کامپیوتری	محاسبه نیروی کشش ادوات و پیش‌بینی عملکرد سیستم تراکتور–

	شیءگرا		ادوات و یافتن سرعت مناسب تراکتور
M.E. Salassi, J.B. Breaux, C.J. Naquin(2002)	مدلسازی رشد نیشکر به منظور بهینه‌سازی انتخاب ماشین‌های برداشت	برنامه‌ریزی ترکیبی ریاضی	عملکرد و میزان قند موجود در نیشکر به منظور برداشت با کمباین نیشکر
De Toro, P.-A. Hansson (2003)	مشارکت ماشین‌های کشاورزی	شبیه‌سازی پیشامد گسسته	مشارکت ماشین‌های کشاورزی در هزینه‌ها و زمان انجام کار
C. G. Sørensen(2003)	کارپذیری و تعیین اندازه ماشین‌های برداشت با کمباین	شبیه‌سازی	مدلسازی ماشین‌های برداشت، شبیه‌سازی رطوبت غلات و کارپذیری برداشت و کمینه کردن هزینه‌ها
A. de Toro, P.-A. Hansson(2004)	ارزیابی عملکرد ماشین‌های کشاورزی با توجه به تغییرات روزانه کارپذیری خاک	شبیه‌سازی پیشامد گسسته	اثر هزینه‌های به موقع بودن در هزینه‌ها
E.A. Camarena, C. Gracia, J.M. Cabrera Sixto(2004)	مدل انتخاب ماشین برای مزارع چند محصولی	برنامه‌ریزی خطی	محاسبه تعداد روز موردنیاز برای انجام کار با ترکیب‌های مختلف ادوات و اثر تغییر میزان هزینه‌ها نسبت به زمان
Henning T. Søgaard; Claus G. Sørensen(2004)	مدل انتخاب بهینه اندازه ماشین در سیستم ماشین‌های زراعی	برنامه‌ریزی غیرخطی	نمایش نرخ بهینه کاری و زمان انجام کار در کنار انتخاب اندازه و تعداد تراکتور و ادوات موردنیاز
Carina Gunnarsson, Per-Anders Hansson(2004)	بهینه‌سازی ماشین‌های زراعی به منظور تبدیل مزرعه کشت رایج به مزرعه کشت ارگانیک	برنامه‌ریزی ترکیبی خطی	اثر ظرفیت بهینه ماشین‌های کشاورزی در مسایل اقتصادی تبدیل مزرعه سنتی به ارگانیک
R. D. Grisso, J. V. Perumpral, F. M. Zoz(2007)	تطابق تراکتور با ادوات کششی	برنامه صفحه گسترده	پیش‌بینی عملکرد تراکتور و کشش ادوات
R.K. Sahu, H. Raheman(2008)	سیستم تصمیم‌گیری برای	برنامه‌نویسی کامپیوتری	تطابق ادوات خاکورزی با تراکتورهای

	مطابقت و پیش‌بینی عملکرد مزرعه‌ای سیستم تراکتور–ادوات		دو چرخ محرک
R.C.Dash, N.P.S.Sirohi(2008)	مدل انتخاب ماشین‌های زراعی بهینه در تناوب زراعی گندم–برنج در هند	برنامه‌نویسی کامپیوتری	محاسبه ساعت‌های کاری و انرژی مورد نیاز علاوه بر انتخاب اندازه مناسب تراکتور و تطابق ادوات با آن
Nazmi Mat Nawi(2009)	مدل کاهش تلفات برداشت گندم مبتنی بر آب و هوا	برنامه‌نویسی کامپیوتری	پیش‌بینی و مقایسه استراتژی‌های مدیریتی برداشت و پس از برداشت
João José de Assis Rangel André Prado Cunha(2010)	ازریابی سیستم‌های تهیه نیشکر	شبیه‌سازی	مدلسازی فرآیندهای برداشت تا تخلیه در آسیاب نیشکر
Maximiliano Salles Scarpari, Edgar Gomes Ferreira de Beauclair(2010)	برنامه‌ریزی بهینه کشاورزی در کشت نیشکر	برنامه‌ریزی خطی	بهینه‌سازی برنامه زمانی برداشت نیشکر و بیشینه کردن سود
Mysara Ahmed Mohammed, Hassan IbrahimMohammed, Omer El tom Mohamed, Omran Musa Abbas(2011)	اثر تناوب زراعی بر مدیریت ماشین‌های کشاورزی	تکنیک برنامه‌ریزی خطی و پرت	مدل انتخاب اندازه مناسب ماشین، برنامه‌ریزی و ارزیابی عملیات و محاسبه هزینه‌ها
Alfredo de Toro, Carina Gunnarsson, Gunnar Lundin, Nils Jonsson(2012)	استراتژی‌ها و هزینه‌های برداشت غلات با توجه به شرایط آب و هوا	شبیه‌سازی پیشامد گسسته	در نظر گرفتن رطوبت غلات و ترکیب‌های مختلفی از ماشین‌های برداشت به منظور محاسبه هزینه–های برداشت
Maysara Ahmed Mohamed, Hassan Ibrahim Mohammed, Omer Mohamed El Tom(2013)	ارزیابی و بهبود سیستم مدیریت ماشین‌های کشاورزی	برنامه‌ریزی خطی	اثر فاکتورهای اقتصادی و فنی به منظور بهبود استفاده از سیستم ماشین‌های کشاورزی
Rasoul Loghmanpour zarini, Asadollah Akram,	نرم افزار تصمیم‌گیری مطابقت سیستم تراکتور–	برنامه‌نویسی کامپیوتری	نرم‌افزار مدیریتی عملیات کشاورزی و مطابقت دادن و انتخاب تراکتور و

Reza Alimardani, Reza Tabatabaekoloor(2013)	ادوات در ایران		ادوات
محمدرضا کهنسال، حمید طاهرپور (۱۳۸۷)	تعیین اندازه بهینه ماشین‌های کشاورزی	برنامه‌ریزی غیرخطی ترکیبی	حداقل سازی هزینه ماشین‌های کشاورزی در عملیات خاکورزی
رجب تندرو(۱۳۹۱)	انتخاب بهینه تعداد و اندازه ماشین‌های کشاورزی	برنامه‌ریزی خطی	بهینه‌سازی اندازه و تعداد ادوات بر اساس حجم و نوع عملیات و زمان

نتایج و بحث

همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شد، برای مدلسازی انتخاب بهینه سیستم ماشین‌های کشاورزی غالباً از روش‌های برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌نویسی کامپیوتری و شبیه‌سازی استفاده شده است. هر یک از این روش‌ها دارای ویژگی‌های خاصی می‌باشد که در ذیل به آن‌ها پرداخته می‌شود.

مدل‌های تهیه شده با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مانند برنامه‌ریزی خطی، غیرخطی و ترکیبی معمولاً برای نوع خاصی از محصول، تناوب زراعی و ماشین‌های کشاورزی ایجاد شده و با توجه به محدودیت‌های موردنظر، تابع هدف به صورت کمینه کردن هزینه‌ها و یا بیشینه کردن سود حل می‌شود. برای مثال در پژوهش اسکارپاری و همکاران (۲۰۱۰) برنامه‌ریزی مرحله برداشت تا آسیاب کردن نیشکر با استفاده از برنامه‌ریزی خطی انجام شد که هدف آن بیشینه کردن سود با در نظر گرفتن محدودیت‌های مربوط به برداشت، تخلیه و انتقال نیشکر بوده است. در مدل دیگری که توسط سوگارد و سورنسن (۲۰۰۴) با استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی به منظور انتخاب بهینه اندازه ماشین‌های کشاورزی ایجاد شد، علاوه بر ارزیابی اقتصادی سیستم ماشین‌های کشاورزی و انتخاب سیستم بهینه به روش کمترین هزینه، تعداد و اندازه توان سیستم نیز به عنوان خروجی مدل برای اندازه مزرعه و نوع خاصی از تناوب زراعی بوده است. گام زمانی مدل برای محاسبه افت عملکرد ناشی از عملیات نابهنگام به صورت هفتگی است که در مقایسه با مدل‌هایی که روزانه می‌باشند دقت پایین‌تری دارد و در نتیجه حساسیت به جزییات تابع افت عملکرد کمتر می‌باشد. هم چنین این مدل توانایی انتخاب از میان ماشین‌های پیشنهادی دیگر را نداشته و برای افزودن این ویژگی بایستی متغیرهای دیگری تعریف نمود که این کار سبب تبدیل مدل غیرخطی به مدل ترکیبی خواهد شد. مدل کهنسال و طاهرپور (۱۳۸۷) با استفاده از برنامه‌ریزی ترکیبی غیرخطی به منظور کمینه کردن هزینه‌های ثابت و متغیر ماشین‌های خاکورزی برای کشت دو محصول گندم و جو ایجاد شد. مدل بر اساس محدودیت‌هایی مانند ساعات کاری نیروی کاری دردسترس، ساعات کاری

در دسترس استفاده از ماشین‌ها و تراکتور، قابلیت انجام کار عملیات و ... می‌باشد. در این مدل احتمال روزهای کاری و هزینه‌های به موقع نبودن در نظر گرفته نشده است.

در مدل‌های ایجاد شده توسط برنامه‌نویسی کامپیوتری، معمولاً برنامه به صورت مستقل اجرا شده و پایگاههای اطلاعاتی آن متناسب با شرایط مختلف قابل تغییر می‌باشد. در این برنامه‌ها معمولاً داده‌های بیشتری از ماشین‌ها و نوع و اندازه مزرعه و تناوب زراعی و خاک موجود می‌باشد و به کاربر اجازه می‌دهد بر اساس نیاز خود، در این داده‌ها تغییر ایجاد کند. از جمله این برنامه‌ها می‌توان به مدل الحامد و الجانوبی (۲۰۰۱) اشاره نمود که توانایی محاسبه سرعت بهینه کار را برای ادوات خاکورزی دارد، هم‌چنین نیروی کششی ادوات را محاسبه کرده و عملکرد سیستم تراکتور–ادوات را برای شرایط تعیین شده پیش‌بینی می‌کند. ورودی‌های این مدل شامل خصوصیات تراکتور، تایر و ادوات علاوه بر ویژگی‌های خاک و مزرعه می‌باشد ولی در این مدل ارزیابی‌های اقتصادی مربوط به کار ماشین‌های خاکورزی در نظر گرفته نشده است. مدل ساهو و راهمن (۲۰۰۸) نیز یک سیستم تصمیم‌گیری برای محاسبه نیروی کششی، عملکرد کششی و دیگر عملکردهای مربوط به سیستم تراکتور–ادوات می‌باشد که در پایگاه اطلاعاتی آن خصوصیات مربوط به چند نوع تراکتور، ادوات خاکورز، خاک و ... موجود بوده که توسط کاربر قابل تغییر می‌باشند. در این مدل نیز ارزیابی اقتصادی برای سیستم‌های کشاورزی در نظر گرفته نشده است.

و در انتها در مدل‌هایی که با کمک نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ایجاد می‌شوند می‌توان شرایط واقعی را اعمال نمود. در اکثر این مدل‌های تغییرات به صورت روزانه بوده و نرخ خرابی و تعمیر و نگهداری ماشین و ... نیز در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه نتایج به دست آمده از این مدل‌ها به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. برای مثال در مدل دی‌تورو و هانسون (۲۰۰۴) هزینه ماشین‌های کشاورزی برای کاشت و برداشت غلات به صورت پاییزه و بهاره با گام زمانی روزانه محاسبه شد و نتایج با روش میانگین ASAE مقایسه گردید. نتیجه این پژوهش نشان داد که روش روزانه اثرات زنجیره‌ای و بعضی از معیارهای مدیریتی را در نظر گرفته است در حالی که در روش دیگر این ویژگی‌ها وجود ندارد. در مدل دیگری که توسط راسل و همکاران (۱۹۸۳) برای انتخاب ماشین‌های کشاورزی برای یک دامپروری انجام گرفته است نیز هزینه‌های سالیانه مربوط به ماشین‌های کشاورزی و خوراک دهی دام محاسبه شده و با استفاده از معیارهای تعیین شده، قابلیت انجام کار برای هر عملیات تعیین شده است. در نهایت کارایی هر ماشین محاسبه و برنامه کاری آن‌ها تعیین می‌شود.

در خاتمه، نتایج این مطالعات نمایانگر این مسئله است که استفاده از شبیه‌سازی نسبت به روش برنامه‌ریزی خطی دارای دقت مناسب‌تری جهت بررسی رفتار سیستم‌های انسان– ماشین می‌باشد(Axenbom, 1990). در مدل‌هایی که از روش برنامه‌ریزی خطی استفاده کرده‌اند مانند مدل اکمان (۲۰۰۰) احتمال روز کاری در نظر گرفته شده است در حالی که در شبیه‌سازی وضعیت واقعی خاک در همان روز در نظر گرفته شده است(de Toro and Hansson, 2004). همچنین عوامل مهم در نظر گرفته شده برای ورودی این مدل‌ها معمولاً با توجه به نوع عملیاتی که مدلسازی برای آن انجام گرفته است متفاوت است، برای مثال در

مدلسازی عملیات زراعی معمولاً برنامه عملیات، تعداد ادوات موجود و تعداد روز کاری به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است. از آن جایی که تغییرات آب و هوا همواره یکی از فاکتورهای مؤثر در انتخاب ادوات کشاورزی می‌باشد در بعضی از این مدل‌ها اثر این تغییرات بررسی شده است در حالی که در مدل‌های دیگر تعداد روز کاری موجود به صورت میانگین در اختیار مدل قرار گرفته است. نتایج به دست آمده از بررسی تعداد روز کاری موجود بر هزینه‌ها نشان می‌دهد که افزایش در تعداد روز کاری سبب کاهش هزینه‌های به موقع بودن و در نتیجه کاهش چشمگیری در هزینه‌های کلی شده است، به طوری که افزایش روزهای کاری از ۱۰ روز به ۴۰ روز سبب کاهش هزینه‌های به موقع بودن به حدود یک سوم شده است (Haffar *et al.,* 1992). در رابطه با هزینه‌های به موقع بودن به عنوان دومین عامل مهم در انتخاب سیستم بهینه نیز بیان شده است که افزایش در اندازه ماشین می‌تواند سبب کاهش این هزینه‌ها شود (de Toro and Hansson, 2004) که این نتیجه می‌تواند با استناد به این که افزایش در اندازه ماشین سبب انجام کار در زمان کمتری شده است قابل توجیح می‌باشد. کاربرد مدل در مزرعه نیز سبب کاهش تعداد ماشین‌های مورد استفاده (Mohamed *et al.,* 2013; Lazzari and Mazzetto, 1996) و افزایش در اندازه آن‌ها شده است (de Toro and Dash *et al.,* 2008; Hansson 2004; Lazzari and Mazzetto, 1996). همچنین در رابطه با هزینه‌ها نیز نشان داده شد که حدود ۶۰ درصد از هزینه‌های کلی کشت را هزینه ماشین‌های کشاورزی تشکیل می‌دهد (Haffar *et al.,* 1992) و حدود ۲۱ درصد از هزینه‌های کلی مربوط به هزینه‌های کارگری می‌شود(de Toro and Hansson 2004). با توجه به این که تعداد ماشین‌های مورد استفاده کمتر شده است، هزینه‌های عملیاتی نیز کاهش داشته است (Mohamed *et al.,* 2013; Lazzari and Mazzetto, 1996). در بررسی اثر اندازه مزرعه بر هزینه‌ها نشان داده شد که افزایش در اندازه مزرعه سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود ولی رابطه ثابتی میان این دو فاکتور وجود ندارد به طوری که با افزایش ۴۰۰ برابری اندازه زمین هزینه‌های کلی ۳۳۰ برابر شده است (Haffar *et al.,* 1992) که این رابطه در بررسی هزینه‌های مربوط به تناوب زراعی گندم – برنج نیز به این صورت است که ۲۰ برابر شدن اندازه زمین سبب افزایش هزینه‌ها به حدود ۵ برابر شده است. در این بررسی نشان داده شد که هزینه‌های به موقع بودن اثر معنی‌داری بر افزایش هزینه‌ها نداشته است (Dash *et al.,* 2008) و همچنین در صورتی که از ماشین‌های کشاورزی به صورت چند مزرعه‌ای و یا مشارکتی استفاده شود می‌تواند هزینه‌های مزرعه را به طور چشمگیری کاهش دهد (de Toro and Hansson, 2003 and Camarena *et al.,* 2004).

نتیجه‌گیری

از آن‌جایی که توجه به عوامل اقتصادی و زمانی در بخش کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و هدف شاغلین این بخش سودآوری بیشتر در کنار افزایش عملکرد محصولات آن‌ها می‌باشد، لذا همواره به دنبال راهکارهایی برای برآورده کردن این اهداف خواهند بود. طبق نتایج به دست آمده از مطالعات، با توجه به مزایای ذکر شده استفاده از شبیه‌سازی، این روش در بخش کشاورزی نیز می‌تواند ابزار سودمندی به شمار رود. به خصوص در رابطه با مدیریت ماشین‌های کشاورزی که استفاده از

حداقل ماشین در کنار توجه به هزینه‌های به موقع نبودن و جلوگیری از برخورد محصول با شرایط نامطلوب آب و هوایی مهم می‌باشد. با کمک روش‌های شبیه‌سازی می‌توان اثرات متقابل عوامل متفاوت در تصمیم‌گیری انتخاب ماشین‌ها را بررسی کرده و با توجه به این اثرات، بهترین مجموعه ماشین‌ها را در اختیار کاربر قرار دهد.

منابع

محلوجی ح. ۱۳۸۸. شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته–پیشامد، بنکس ج.، کارسن ج.، انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

تندرو ر. ۱۳۹۱. انتخاب بهینه تعداد و اندازه ماشین‌های کشاورزی در مزرعه آستان قدس رضوی دانشگاه فردوسی، مشهد.

خانی م.، ع. کیهانی، م. پارسی‌نژاد و ر. عمرانی. ۱۳۸۷. تعیین احتمال روزهای کاری برای عملیات خاکورزی در کرج. کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون, مشهد.

کهنسال م. و ح. طاهرپور. ۱۳۸۷. استفاده از برنامه‌ریزی خطی (MINP) در تعیین اندازه بهینه ماشین‌آلات. پنجمین کنگره مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد.

مه‌آبادی ا. ا. ۱۳۹۱. شبیه‌سازی، انتشارات آذرخش.

Al-Hamed S. A., and A. A. Al-Janobi. 2001. An Object-Oriented Program to Predict Tractor and Machine System Performance. Res. Bult. 106:5-24.

ASAE Data. 1980. Agricultural Machinery Management Data. ASAE D230.3. 243-252.

Ataíde1 L. T., P. H. Caramori, W. d. S. Ricce, D. A. B. Silva and J. R. P. de Souza. 2012. The probability of potentially useful work days during the year in Londrina. Ciências Agrárias, Londrina. 33(6):2215-2226.

Axenbom A. 1990. A Base Model for Discrete Event Simulation of Field Operations in Agriculture using Simula and Demos. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Camarena E. A., C. Gracia, J. M. C. Sixto. 2004. A Mixed Integer Linear Programming Machinery Selection Model for Multifarm Systems. Biosystems Engineering. 87(2):145-154.

Dash R. C. and N.P.S.Sirohi. 2008. A Computer Model to Select Optimum Size of Farm Power and Machinery for Paddy-Wheat Crop Rotation in Northern India. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal.

de Toro A. 2005. Influences on Timeliness Costs and their Variability on Arable Farms. Biosystems Engineering. 92(1):1-13.

de Toro A. and P-A. Hansson. 2004. Analysis of field machinery performance based on daily soil workability status using discrete event simulation or on average workday probability. Agricultural Systems. 79:109-129.

de Toro A. and P-A. Hansson. 2003. Machinery Co-operatives-a Case Study in Sweden. Biosystems Engineering. 87(1):13-25.

Ekman S. 2000. Tillage System Selection: a Mathematical Programming Model incorporating Weather Variability. Journal of Agricultural Engineering Research. 77(3):267-276.

Forristal P. D. 1999. Machinery Costs on Tillage Farms and the Development of Decision Support Systems for Machinery Investment/Use on Farms, Teagasc.

Grisso R. D., J. V. Perumpral and F. M. Zoz. 2006. Spreadsheets for Matching Tractors and Drawn Implements. Applied Engineering in Agriculture 23(3):259-265.

Gunnarsson C. 2008. Timeliness Costs in Grain and Forage Production Systems. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Gunnarsson C. and P-A. Hansson. 2004. Optimisation of field machinery for an arable farm converting to organic farming. Agricultural Systems 80:85-103.

Haffar I. and Khoury R. 1992. A computer model for field machinery selection under multiple cropping. Computers and Electronics in Agriculture. 7:219-229.

Lazzari M. and F. Mazzetto. 1996. A PC model for selecting; multicropping farm machinery system. Computers and Electronics in Agriculture. 14:43-59.

Mohamed M.A., H. I. Mohammed and O. M. E. Tom. 2013. Evaluation and Improvement of machinery management system of the Rahad Project using Adecision - aid Model. Global Journal of Medicinal Plant Research. 1(1):148-156.

Mohamed M.A., H. I. Mohammed and O. M. E. Tom and O. M. Abbas. 2011. Effect of changing crop rotations on machinery management using adecision-aid Model. AGRICULTURE AND BIOLOGY JOURNAL OF NORTH AMERICA 2(3):440-447. Available from http://www.scihub.org/ABJNA.

Nawi N. M. 2009. Development of a Climate-Based Computer Model to Reduce Wheat Harvest Losses in Australia. University of Southern Queensland, Australia.

Omrani A., M. J. Shiekhdavoodi and M. Shomeili. 2012. Influence of Meteorological Parameters on Suitable Workdays and Timeliness Cost in Sugarcane Harvesting Operation. Journal of Life Science and Biomedicine. 2(6): 274-277.

Osborn J. E. and W. C. Barrick. 1970. System Analysis Approach to Selection of Farm Equipment. Southern Journal of Agricultural Economics. 181-188.

Rangel J. J. d. A. and A. P. Cunha. 2010. A Simulation Model to Evaluate Sugarcane Supply Systems. Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference. Candido Mendes University,Brazil.

Rotz C. A. and T. M. Harrigan. 2005. Predicting Suitable Days for Field Machinery Operations in a Whole Farm Simulation Applied Engineering in Agriculture. 21(4):263-271.

Sahu R. K. and H. Raheman. 2008. A decision support system on matching and field performance prediction of tractor-implement system. Computers and Electronics in Agriculture. 60:76-86.

Salassi M. E., J.B. Breaux and C.J. Naquin. 2002. Modeling within-season Sugarcane Growth for Optimal Harvest System Selection. Agricultural Systems. 73:261-278.

Scarpari M. S. and E. G. F. d. Beauclair. 2010. Optimized Agricultural Planning of Sugarcane Using Linear Programming. Revista Investigacion Operacional. 31(2):126-132.

Søgaard H. T. and C. G. Sørensen. 2004. A Model for Optimal Selection of Machinery Sizes within the Farm Machinery System. Biosystems Engineering. 89(1):13-28.

Sokolowski J. A. and C. M. Banks. 2010. Modeling and Simulation Fundamentals: A JohnWiley & Sons, Inc. publications.

Sørensen C. G. 2003. Workability and Machinery Sizing for Combine Harvesting. Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development.

Witney B. 1988. Choosing and Using Farm Machines. New York: Longman Scientific & Technical.

Zarini R. L., A. Akram, R. Alimardani and R. Tabatabaekoloor. 2013. Development of Decision Support Software for Matching Tractor-Implement System Used on Iranian Farms. American Journal of Engineering Research (AJER). 2(7):86-97.

Comparison models of management and optimal selection of agricultural machinery

Armaghan Kosari Moghaddam[*1], Hassan Sadrnia[2], Hassan Aghel[3], Mohammad Bannayan Aval[4]

1. Graduate Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

2. Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

3. Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

4. Associate Professor, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

Since the profitability in addition to productivity and product quality is one of the main objectives of agricultural sector, the need for proper management of the available resources for this purpose is very important. Given that most of the costs related to the use of agricultural machinery, efficient and timely use of these machines can lead to a dramatic reduction in overall production costs. Therefore, a comprehensive management plan is necessary to optimize the use of agricultural machinery. Since different programs and models have been created to select optimal agricultural machinery. In general, models of management agricultural machinery can be categorized in three field, mathematical models, computer programing and simulation that each of these models has its own specific characteristics and are prepared for different conditions. If the model is for selection of optimal machines for cultivation of particular product or products, input are often are agricultural machinery characteristics such as size, capacity and number of machines and product characteristics such as planting time, types of operations and etc. If model is for specific operation of product cultivation or processing, conditions of that operation take into account for model input. In this paper, the number of models of agricultural machines management and effective factors on selecting the optimum machinery systems has been reviewed.

Keywords: Selection, Optimization, Agricultural Machines, Modeling