نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

باز تعریف مفاهیم مکانیزاسیون در صنایع بیوسیستم

ترحم مصری گندشمین*
استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
ایمیل مکاتبه کننده: mesrigtm@uma.ac.ir

چکیده

استفاده از نوع تکنولوژی یا فرم‌های مختلف آن و تعیین سطح تکنولوژی مورد نیاز صنایع کشاورزی از جمله وظایف صنایع بیوسیستم می‌باشد. توسعه علوم و فناوری‌های نوین تعاریف جدیدی از ماشین ارائه داده و آن را وسیله‌ای در انجام خدمت توصیف نموده است، بر این اساس مفهوم مکانیزاسیون علاوه بر یک سیستم مکانیکی شامل سیستم محاسباتی، الکتریکی و ماشین‌های مولکولی نیز می‌شود. انجام کار، نیازمند نیرو است و نیرو یکی از منابع کمیاب در حیات بشری است، طوری که کمبود منبع توان از مهمترین عوامل تاثیرگذار در جهت‌گیری و توسعه الگوهای مکانیزاسیون بوده است؛ البته نقش مکانیزاسیون نیز در جایگزینی منابع توان حیاتی و مهم است. تلاش مکانیزاسیون در جهت به خدمت گرفتن منابع توان (دام، مکانیکی و نو) برای انجام کارها عموما معطوف به فعالیت‌های انرژی‌بر بوده است. بر این اساس میزان دسترسی به توان مکانیکی در مزارع کشاورزی توسط شاخص سطح مکانیزاسیون ارزیابی شده است ولی مکانیزاسیون کشاورزی از نقطه نظر منبع تامین توان به سه سطح تکنولوژی دستی، دامی و مکانیکی تقسیم می‌شود. این مقاله به دنبال تفکیک شاخص‌های مکانیزاسیون از نقطه نظر منبع توان در صنایع کشاورزی است تا به تحلیل دقیقی از وضعیت مکانیزاسیون و موتومکانیزاسیون در این صنایع بپردازد.

واژه‌های کلیدی: توان، درجه موتومکانیزاسیون، سطح مکانیزاسیون، ظرفیت موتومکانیزاسیون

مقدمه

شروع کشاورزی به همراه اعمال تغییر در اکولوژی و محیط زیست طبیعی به کمک ابزارهای و تکنیک‌هایی مصنوع بوده است. کشاورزان در سال‌های متمادی تولید همواره در جستجوی روش‌های بهینه و بهبود روش‌های تولید با استفاده از ابزارهای مکانیکی و محیطی بوده‌اند. در طول سیصد سال گذشته سرعت تغییرات و تحولات در حوزه کشاورزی بسیار گسترده و وسیع بوده است. در کنار فراهم شدن ادوات مناسب برای تسهیل عملیات زراعی، ورود منابع توانی غیر از توان انسان و دام، از جمله توان بخار از قرن ۱۸ میلادی و ورود موتورهای درون‌سوز و توسعه تراکتورها و ماشین‌های خودروی دیگر، زراعت از یک فعالیت طاقت فرسای مردافکن به یک صنعت و بنگاه بزرگ تولیدی تبدیل شد (مشهدی، ۱۳۸۷). مطالعات مکانیزاسیون کشاورزی کشوری مانند هندوستان (که کاملا مکانیزه نیست) پرمعنا و قابل تامل است،

بگونه‌ای که نفوذ تراکتور در کشاورزی هندوستان نیاز به توان دام را تا ۶۰ درصد کاهش داده است ولی در مورد جایگزینی نیروی انسانی حداکثر توانسته تا ۱۵٪ جای نیروی کارگری انسانی را پر کند. علاوه بر موارد کمی، درآمد ناخالص هکتاری کشاورزان صاحب تراکتور در مقایسه با کشاورزان متکی به توان دام و توان انسانی، رشد ۶۳ درصدی داشته است. البته مطالعه مذکور نگاه سیستمی به کشاورزی داشته و بر این اساس مکانیزاسیون را فقط به معنی توان مکانیکی در مزرعه بکار نبرده و سیستم آبیاری را نیز جزو مکانیزاسیون فرض نموده است. درآمد خالص هکتاری کشاورزانی که فقط سیستم آبیاری مدرن دارند ۲۹ درصد بیشتر از درآمد کشاورزان سنتی است و کشاورزانی که دارای تراکتور و سیستم مدرن آبیاری هستند، افزایش ۴۹ درصدی درآمد داشته‌اند.

توسعه علوم و تکنولوژی‌های جدید تعاریف کلاسیک از ماشین را دچار تغییراتی کرده است که ماشین علاوه بر یک سیستم مکانیکی شامل سیستم‌های محاسباتی، الکتریکی و ماشین‌های مولکولی نیز می‌شود (Norton, 2003). ماشین بطور ذاتی در تعریف خود، فاقد توان برای انجام کار است، اگرچه یک ماشین خودرو بعنوان یک سیستم می‌تواند حاوی زیرسیستم‌های دیگری از جمله موتور نیز باشد. در تبیین و تعریف وظیفه مکانیزاسیون که توسط FAO و UNIDO ارائه شده است لزوم کاهش سختی کار، بهبود عملکرد محصول از طریق انجام صحیح و به موقع عملیات، مدیریت توان، افزایش سطح زیر کشت، فراهم نمودن مقدمات صنعتی شدن تولید کشاورزی، افزایش بهره‌وری نیروی کار، افزایش بهره‌وری زمین، کاهش هزینه تولید، توسعه اقتصادی روستا و در نهایت بهبود استانداردهای زندگی کشاورزان از جمله وظایف مکانیزاسیون کشاورزی شمرده شده است (Fonteh, 2010). تعاریف فوق مکانیزاسیون کشاورزی را محدود به عملیات درون مزرعه ننموده و مکانیزاسیون در برابر از بین رفتن محصولات بعد از برداشت به خاطر فراهم نبودن بستر مناسب برای فرآوری محصولات نیز باید راهکارهای مناسبی را جستجو و ارائه نماید. استفاده از نوع تکنولوژی یا فرم‌های مختلف آن و تعیین سطح تکنولوژی مورد نیاز بر اساس وضعیت اقتصادی غالب و شرایط صنعتی منطقه از وظایف مکانیزاسیون کشاورزی می‌باشد. توجیه اقتصادی طرح‌های مکانیزاسیون کشاورزی همچون تمام پروژه‌های اجرایی، از الزامات موفقیت اجرای طرح مربوطه است. پروسه مکانیزاسیون کشاورزی در بعد استراتژیک شاید در بعضی برحه‌های زمانی در گستره منطقه‌ای و کشوری از لحاظ اقتصادی سودآوری کمتری داشته باشد ولی طی این پروسه در بازار رقابتی امری گریزناپذیر است.

مدرنیزاسیون و مکانیزاسیون کشاورزی

- **ساختار اجتماعی کشاورزی**

محیط‌های اجتماعی که ما بدنبال برنامه‌ریزی برای بهبود شرایط و ساختارهای آن هستیم، تنها شامل مجموعه‌های اتفاقی رویدادها یا کنش‌ها نیستند. نظم اساسی یا الگومندی‌هایی در چگونگی رفتار عناصر و روابطی که با یکدیگر برقرار می‌کنند وجود دارد، مفهوم ساخت اجتماعی به این نظم‌ها اشاره دارد (غفاری، ۱۳۸۳؛ گیدنز، ۱۳۷۷). ساخت اجتماعی، حلقه گمشده در برنامه‌ریزی های مکانیزاسیون کشاورزی است و اغلب برنامه‌ریزی‌های مکانیزاسیونی از نگاه مکانیکی به این ساختار بیولوژیکی رنج می‌برد. مدرنیزاسیون، تلاش در جهت هماهنگ ساختن زندگی، نهادها، یا سازمان

اجتماعی با پیشرفت علوم و تمدن تعریف شده است. نمودهای بیرونی مدرنیزاسیون، از جمله تغییرات و تحولات تکنولوژیکی و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی حوزه صنایع بیوسیستم را احاطه کرده است. یکی از اثرات این تغییر، اجرای پروژه اصلاحات ارضی به منظور هماهنگی نهادهای تولیدی با جهان معاصر بود. به علت افزایش جمعیت شهرنشین مدرنیزاسیون سیستم تولید کشاورزی شتاب بیشتری گرفته است، اندازه مزارع بزرگ‌تر و بزرگ‌تر شده تا تولید صرفه اقتصادی داشته باشد. گسترش راه‌های ارتباطی و شبکه توزیع، مشکل دور بودن مراکز تولید و مصرف از همدیگر را پوشش داده و روند مدرنیزاسیون کشاورزی را تسهیل کرده است. در مقابل، از مشخصه‌های اصلی کشاورزی معیشتی سطح بسیار پایین و حیاتی مصرف، وابستگی به اقلیم، کار و تلاش شبانه‌روزی کم بازده، آسیب‌پذیری شدید جمعیت، ابتدایی بودن تکنولوژی تولید، فقدان آموزش نهادمند، تحرک و پویایی پایین جمعیت می‌باشد. در حالی که کشاورزان مدرن بخشی از درآمدشان را در امر آموزش فرزندان و آماده کردن آنها برای استفاده از فن‌آوری سرمایه‌گذاری می‌کند (ابراهیم‌پور، ۱۳۸۲).

- **مدرنیزاسیون کشاورزی**

رشد تکنولوژی و علوم، از علل اصلی بهبود بهره‌وری تولید در صنایع بیوسیستم است و مشخصه اصلی سیستم تولید مدرن در مقایسه با کشاورزی معیشتی عبارتند از سیستمی که کارایی، بهره‌وری، کیفیت محصولات تولیدی یا ارزش افزوده تولید را بهبود بخشیده و تاحدودی با بازار همراستایی داشته باشد. در بسیاری از موارد همپوشانی بین مدرنیزاسیون و مکانیزاسیون کشاورزی، در تعریف مرز مکانیزاسیون مشکلاتی را بوجود آورده است. نگاهی به پروژه‌های مدرنیزاسیون کشاورزی در کشورهای مختلف تاحدودی ابهامات موجود را تقلیل می‌دهد. بعنوان مثال، در کشور ژاپن تا دهه ۵۰ میلادی، مدرنیزاسیون کشاورزی با تکنیک‌های افزایش عملکرد دنبال شدند و موتومکانیزاسیون نقش چندانی در برنامه‌ریزی رشد تولید ایفا نمی‌کرد و در این دهه افزایش چشمگیر هزینه کارگری، چرخ توسعه موتومکانیزاسیون کشاورزی در کشور ژاپن را به حرکت درآورد. بعنوان نمونه، دروگر-دسته‌بند ۱۰۰ سال بعد از رواج این وسیله در امریکا، در ژاپن مورد توجه کشاورزان قرار گرفت محرک اصلی توسعه موتومکانیزاسیون کشاورزی در امریکا، افزایش زمین‌های زیرکشت بود و جمهوری کره و چین توسعه تکنولوژیکی کشاورزی‌شان را با سیاست‌های افزایش عملکرد شروع کردند و سپس توسعه موتومکانیزاسیون دنبال شد.

مدیریت مناسب و کارآی منابع آبی یکی از راه‌های بهبود و افزایش بهره‌وری نیروی کارگری و زمین است. برای کشورهایی که متوسط اندازه مزارع‌شان کوچک است، سیاست یکپارچه‌سازی مزارع و بهبود راه‌های ارتباطی بین مزارع کمک شایانی به تسریع روند موتومکانیزاسیون می‌نماید. کشور چین از این حیث با بهبود سیستم‌های آبیاری، زهکشی و دسترسی به مزارع، انگیزه یکپارچه‌سازی اراضی را تقویت و به توسعه مکانیزاسیون کمک شایانی کرده است. یکپارچه‌سازی اراضی و اجرای روش‌های آبیاری بهره‌ور استفاده از ماشین را بخاطر افزایش عملکرد و تنوع محصول راحت و جذاب می‌کند. در کشورهای جنوب شرق آسیا بعد از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در بخش آب، ماشین‌های خرمنکوبی کوچک، حتا زودتر از تراکتور در مزارع متداول شدند. تکنولوژی به صور مختلفی در صنایع بیوسیستم نمود یافته است که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- گسترش کود، سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی که با کنترل علف‌های هرز، آفات و امراض منجر به افزایش عملکرد شده است
- توسعه و رشد ماشین‌ها، تجهیزات و صنایع جانبی
- گسترش روش‌های اصلاح نباتی و تغییرات ژنتیکی
- تغییرات ساختاری بنگاه‌های تولید کشاورزی از جمله تغییر در اندازه مزارع که به بهبود بهره‌وری کشاورزی کمک کرده است
- بهبود پروسه تولید و گسترش تکنولوژی‌های پیشرفته کشاورزی دقیق و بیوتکنولوژی

- **سطوح تکنولوژیکی مکانیزاسیون**

سطح اول؛ تکنولوژی ابزار دستی: ساده ترین و متداول ترین سطح تکنولوژیکی مکانیزاسیون کشاورزی شامل ابزاها و تجهیزات ساده‌ای است که توسط توان انسانی بکار گرفته می‌شوند. با وجود توسعه چشمگیر صنایع، تجهیزات غیرموتوری (ادوات متکی به توان انسان و دام) نقش اساسی در سیستم‌های تولیدی مانند زمین‌های کشاورزی کوچک با اشکال نامتعارف، نبود ماشین‌های مناسب عملیات (برداشت قارچ)، نبود مهارت و آگاهی لازم در کشاورزان، کمبود ظرفیت ماشینی نقش اساسی ایفا می‌کنند.

سطح دوم؛ تکنولوژی مبتنی بر توان دامی: تجهیزات و ابزاهایی که از توان دام برای انجام کار استفاده می‌کنند. حیات بشر مملو از محدودیت‌ها در برابر دنیای پیرامون خود بوده است و اولین تلاش بشر در تصاحب منابع و توان دامی در برآورد نیازهای خود از جمله در عملیات خاک‌ورزی، برداشت، حمل و نقل و فرآوری محصولات زراعی بوده است.

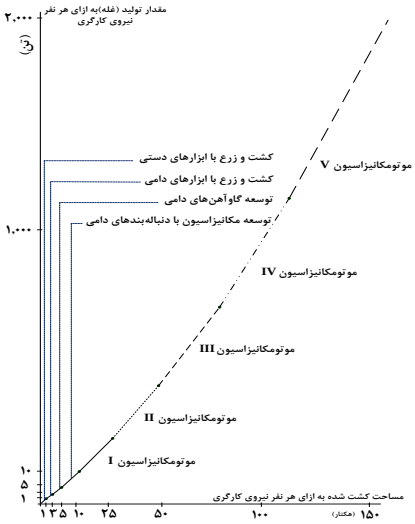
سطح سوم؛ تکنولوژی مکانیکی- موتوری (موتومکانیزاسیون) که نسبت به دو سطح دیگر مکانیزاسیون دارای سطح بالاتری است که شامل تمام تجهیزات مکانیزه کشاورزی که برای انجام کار از توان مکانیکی استفاده می‌کنند، می‌شود. توسعه مکانیزاسیون در سطح ماشین‌های خودگردان در زمین‌های کشاورزی کوچک، هزینه اقتصادی مکانیزاسیون را افزایش و نیروی انسانی مورد نیاز را کاهش می‌دهد ولی چندان که باید، منجر به افزایش تولید نمی‌شود. علاوه بر این بسیاری از عملیات در سیستم‌های تولید فشرده از جمله گلخانه‌ها و مراکز تولید قارچ هنوز متکی به توان انسانی و ادوات خاص هستند.

- **الگوهای توسعه مکانیزاسیون**

منبع توان بعنوان یکی از مهمترین عامل تاثیرگذار در جهت‌گیری الگوهای مکانیزاسیون بوده و نقش مکانیزاسیون در جابجایی منبع توان بسیار مهم و حیاتی است. هزاران سال است که بشر از توان دام برای جابجایی محصولات کشاورزی استفاده کرده است و به کمک تکنولوژی‌های موجود توان دام، نیروی باد و نیروی آب را به خدمت گرفته است. انجام کار، نیازمند نیرو است و نیرو یکی از منابع کمیاب در حیات انسانی است. تلاش محققین و مخترعین همواره در جهت به خدمت گرفتن منابع توان (دام، مکانیکی و نو) برای انجام کارها عموما معطوف به فعالیت‌های انرژی‌بر بوده است. مطالعات تاریخی نیز بر این تئوری صحه می‌گذارد و هر منبع توانی در مراحل مختلف مکانیزاسیون، ابتدا در خدمت فعالیت‌های انرژی‌بر بوده است. مکانیزاسیون فعالیت‌های کشاورزی کنترل محور (داشت، برداشت، خاک‌ورزی ثانویه، وجین، باغداری، دامداری و ...) به شرط سودمندی و پایین بودن فاکتور قیمت نسبی سرمایه به هزینه نیروی کارگری انجام شده است (Rijk, 1989).

- **موتومکانیزاسیون و شاخص‌های آن**

چنانچه پیشتر بحث شد، مکانیزاسیون کشاورزی از نقطه نظر منبع تامین توان به سه سطح تکنولوژی دستی، دامی و مکانیکی تقسیم می‌شود. موتور یک مبدل انرژی است و انرژی نهفته در منابع مختلف را به شکل جابجایی آزاد میکند و به‌عبارت دیگر، انرژی را به توان مکانیکی تبدیل می‌کند، بر این اساس سطح سوم تکنولوژی را می‌توان موتومکانیزاسیون نیز نامید. موتورها بر اساس منبع انرژی مورد استفاده به موتور درونسوز، الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و موتورهای ویژه تقسیم‌بندی می‌شوند.



شکل ۱- تغییرات تکنولوژی و تاثیر آن بر تولید و مساحت کشت در کشاورزی صنعتی (Mazoyer, & Roudart, 2006)

شاخص‌های ارزیابی مکانیزاسیون

- **سطح مکانیزاسیون**

میزان دسترسی به توان در مزارع کشاورزی توسط شاخص سطح مکانیزاسیون ارزیابی می‌شود. در کنار این شاخص، بسته به نوع منبع توان فعال در عملیات‌های مختلف زراعی به ازای سطح زیر کشت سطح تکنولوژیکی منابع انسانی و دامی بصورت ذیل محاسبه خواهد شد:

$$L_{PHuman} = \frac{P_{Human}}{A} \qquad (۱)$$

که در آن L_{PHuman} متوسط سطح ۱مکانیزاسیون (تکنولوژی‌دستی) بر حسب *(hp/ha)* یا *(kW/ha)*

P_{human} متوسط توان انسانی (جدول ۱)

A سطح زیر کشت[۱] که بر اساس استاندار فائو، زمین‌هایی که بطور موقت به آیش گذاشته شده‌اند نیز جزو سطح زیرکشت محسوب می‌شوند.

[۱] Arable land

$$L_{DAP} = \frac{\sum_i P^i_{Animal}}{A} \qquad (۲)$$

L_{DAP} متوسط توان کششی دام[۲] بر حسب *(hp/ha)* یا *(kW/ha)*

P^i_{Animal} متوسط توان دام i ام در شرایط مناسب کار(جدول ۱)

متوسط سطح موتومکانیزاسیون برای یک منطقه نیز بصورت ذیل محاسبه می‌گردد:

$$L_{Moto} = \frac{\sum_i P^i_{br} + \sum_j P^j_{db}}{A} \qquad (۳)$$

که در آن L_{Moto} متوسط سطح موتومکانیزاسیون بر حسب *(hp/ha)* یا *(kW/ha)*

$\sum_i P^i_{br}$ مجموع توان ترمزی ماشین‌های خودروی غیرکششی (نظیر کمباین، چاپر و ...)، موتورهای درونسوز ثابت (بـه منظـور بکار انداختن پمپ آب) و موتورهای الکتریکی (از جمله پمپ آب) و منابع انرژی تجدیدپذیر

$\sum_j P^j_{db}$ مجموع توان مالبندی منتج از منابع موتوری (نظیر تراکتور و تیلر)

متوسط سطح موتومکانیزاسیون توان کششی جزئی از سطح موتومکانیزاسیون بوده که بصورت ذیل قابل تفکیک است:

$$L_{DBMoto} = \frac{\sum_j P^j_{db}}{A} \qquad (۴)$$

بطور قطع، تجهیزات موتوری اسقاط شده که نقشی در تامین توان کشاورزی ندارند، در محاسبه سطح موتومکانیزاسیون در نظر گرفته نخواهند شد. همچنین براساس تعریف FAO، زمین‌هایی که بطور موقت به آیش گذاشته شده‌اند نیز جزو زمین‌های زیرکشت بوده و در محاسبات منظور می‌شوند (Anon, 2010). تعیین ضریب توان اسمی به توان در دسترس متاثر از عوامل ذیل است:

- تمام مبدل‌های انرژی بازده صد در صد نداشته و بسته به شرایط کاری و نوع انرژی، بخشی از آن در حین تبدیل از بین میرود بعنوان مثال میزان توان مالبندی قابل حصول بسته به وضعیت خاک و نوع وسیله کششی در محدوده ۵۵ تـا ۸۹ درصـد تـوان PTO متغیر خواهد بود. همچنین منابع توان بطور مداوم تحت بارگذاری صد در صد قرار نمی‌گیرند و توان در دسـترس آنهـا بسته به بارگذاری، مقدار متفاوتی خواهد بود. براساس مدیریت صحیح نت (نگهداری و تعمیـر) و متناسـب بـا عمـر منـابع توان، مقدار توان قابل حصول از منابع موتوری متغیر خواهد بود (ASAE Standards, 2005؛ الماسی و همکاران، ۱۳۸۷).

محاسبه سطح موتومکانیزاسیون برای عملیاتی نظیر شیردوشی، خشک کردن محصولات و موارد دیگر در صنایع کشاورزی که سطح عملیات منتج از مساحت زمین زراعی (بر حسب هکتار) نیست، بر اساس فرمول ذیل محاسبه می‌گردد:

$$L^k_{Moto} = \frac{\sum_i P^i_{br}}{\sum_j N} \qquad (۵)$$

L^k_{Moto} متوسط سطح موتومکانیزاسیون عملیات (صنعت) k ام بر حسب اسب‌بخار (یا کیلووات) بر واحد تولید (مگاگرم، لیتر، راس)

$\sum_i P^i_{br}$ مجموع توان ترمزی موتورهای بکار رفته در عملیات (یا صنعت) k ام

[۲] Draught Animal Power

$\sum_j N$ مجموع ستانده عملیات (یا صنعت) k در یک سال (مگاگرم، لیتر، راس، قطعه و ...)

- **ظرفیت موتومکانیزاسیون**

شاخص سطح مکانیزاسیون برای منابع توان موتوری بصورت متوسط محاسبه می‌گردد و تفکیک سهم عملیات‌های مختلف که از یک منبع توان بهره می‌گیرد، امکان‌پذیر نیست. بعنوان مثال چنانچه از تراکتور برای انجام عملیات شخم، جابجایی مواد، بسته‌بندی علوفه و ... استفاده گردد، تفکیک سهم هر یک از عملیات‌های مذکور در عملیات کشاورزی امکان‌پذیر نیست. ظرفیت موتومکانیزاسیون، با در نظر گرفتن ساعت کارکرد منبع توان مکانیکی در یک فعالیت اطلاعات دقیق‌تری از میزان انرژی صرف شده برای عملیات مذکور را بیان می‌کند:

$$C_{Moto}^{k} = \sum_{ik} \frac{P_k^i T_k^i}{A_k^i} \qquad (۶)$$

که در آن C_{Moto}^{k} ظرفیت موتومکانیزاسیون فعالیت (یا صنعت) k در حوزه مطالعه

P_k^i توان ترمزی منبع موتوری i ام در فعالیت (یا صنعت)k ام (بر حسب اسب‌بخار یا کیلووات)

T_k^i ساعت کارکرد منبع توان i ام در فعالیت k ام

A_k^i حجم فعالیت k ام (سطح زیرکشت، جرم، راس، قطعه)

ظرفیت موتومکانیزاسیون چنانچه برای فعالیت‌های باغی و زراعی محاسبه گردد، بر حسب اسب‌بخار ساعت در هکتار (کیلووات ساعت در هکتار) بیان می‌گردد. چنانچه ظرفیت موتومکانیزاسیون برای فعالیت‌های دامی، فرآوری و موارد دیگر محاسبه گردد، بایستی بر حسب انرژی (اسب‌بخار ساعت یا کیلووات ساعت) در ضریبی از واحد فعالیت (مگاگرم، راس، قطعه و ...) مذکور محاسبه گردد؛ بعنوان مثال واحد فعالیت مرغداری ها بصورت ۱،۰۰۰ قطعه بیان می‌شود و مناسب است که ظرفیت موتومکانیزاسیون، بر حسب کیلووات ساعت در هزار قطعه محاسبه گردد.

- **درجه موتومکانیزاسیون عملیات**

بسته به محدودیت‌های اقتصادی، نوع کشت، متوسط اندازه مزرعه، درآمد خالصه از کشاورزی سطح موتومکانیزاسیون و تکنولوژی غالب بر سیستم تولید زراعی و کشاورزی انتخاب می‌گردد. بطور کلی تمام عملیات کشاورزی به کمک سه منبع توان انسان، دام و موتور انجام می‌شود، نسبت حجم عملیات کشاورزی متکی به توان موتوری به دیگر منابع توان (توان دام و توان انسانی) را درجه موتومکانیزاسیون عملیات مذکور می‌نامند که بصورت ذیل محاسبه می‌گردد:

$$D_{Moto}^{i} = \frac{O_M^i}{O_T^i} \qquad (۷)$$

که در آن D_{Moto}^{i} درجه موتومکانیزاسیون عملیات i (اعشار یا درصد)

O_M^i حجم عملیات کشاورزی (i ام) که به کمک توان موتوری (مکانیکی و انرژی‌های نو) انجام شده است

O_T^i حجم کل عملیات کشاورزی (i ام) انجام شده (به کمک تمامی منابع توان: موتوری، دامی، انسانی)

بسته به نوع عملیات کشاورزی واحد حجم عملیات بر مبنای مساحت (هکتار) یا جرم (مگاگرم) اندازه‌گیری می‌شود. بعنوان مثال عملیات‌های خاک‌ورزی، کاشت، داشت بر مبنای مساحت سنجیده می‌شوند و عملیاتی نظیر پوست‌گیری،

خشک‌کردن بر منبای جرم اندازه‌گیری می‌گردند. شاخص درجه موتومکانیزاسیون، شاخصی بی‌بعد بوده بر حسب درصد بیان خواهد شد.

جدول ۱- مقدار توان کششی قابل اخذ از منابع توان دامی و شرایط کار (Anon, 2012)

منبع توان	متوسط وزن kN (kgf)	نسبت نیروی کشش بر وزن (Pull/weight)	متوسط نیروی کشش N (kgf)	متوسط سرعت کار m/s	توان خروجی W	متوسط ساعت کار روزانه	متوسط انرژی ستانده در روز MJ
گاونر	4.5(450)	0.11	500(50)	0.9	450	6	10
اسب	4.0 (400)	0.13	500 (50)	1.0	500	10	18
الاغ	1.5 (150)	-	200 (20)	1.0	200	4	3
قاطر	3.0 (300)	0.13	400 (40)	1.0	400	6	8.5
شتر	5.0 (500)	0.13	650 (65)	1.0	650	6	14

نکته: توان در دسترس متناسب با نسبت نیروی کشش بر وزن بوده و با تغییر وزن دام، مقدار آن به تناسب تغییر می یابد.

نتیجه‌گیری و بحث

چنانچه بررسی شد، سطح مکانیزاسیون برای عملیات مختلف و همچنین زراعت‌های مختلف و یا بطور متوسط برای کل صنایع کشاورزی یا تولیدات زراعی قابل محاسبه است؛ لذا تفکیک مکانیزاسیون از موتومکانیزاسیون می‌تواند چشم‌انداز روشنی در بررسی و تحلیل منابع توانی سیستم‌های تولید کشاورزی داشته باشد. محاسبه سطح موتومکانیزاسیون برای یک منطقه، محصول و منبع توان به تنهایی نمی‌تواند مزیت یا محدودیت باشد و بسته به شرایط موجود، تنها می‌توان در موارد خاص و با شرایط مشابه به تجزیه و تحلیل آن پرداخت. بعنوان مثال در سال ۱۹۹۰، کشور ژاپن با سطح موتومکانیزاسیون ۷ اسب‌بخار در هکتار، بالاترین میزان توان موتوری را در بین کشورهای آسیایی به خود اختصاص داده است (جدول ۲) و ایران با دارا بودن سطح موتومکانیزاسیون ۰/۷ مقام هفتم را به خود اختصاص داده است. موسسه RNAM، رابطه بین سطح موتومکانیزاسیون و عملکرد هکتاری زراعت را بررسی و بین آنها همبستگی ۰/۷۶ را گزارش نموده است.

جدول ۲- سطح موتومکانیزاسیون برخی از کشورهای آسیایی (hp/ha)

کشور	ژاپن	کره جنوبی	چین	پاکستان	هندوستان	ایران
سال ۱۹۶۸	۳/۰۰	۰/۴۳۵	-	۰/۴۱۰	۰/۳۰۲	۰/۲۳۹
سال ۱۹۹۰	۷/۰۰	۴/۱۱	۳/۸۸	۱/۰۲	۱/۰۰	۰/۷۰

منبع: RNAM, 1994

شاخص درجه موتومکانیزاسیون برای مقایسه روند رشد منبع توان موتوری در عملیات کشاورزی طی سال های مختلف و نیز برای مقایسه سهم توان موتوری در عملیات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. بطور کلی درجه مکانیزاسیون عملیات متکی به توان بیشتر از درجه مکانیزاسیون سایر عملیات کشاورزی است. در محاسبه درجه موتومکانیزاسیون ابتدا بایستی که نوع عملیات مشخص گردد و چنانچه یک عملیات متشکل از چندین شکل و زیربخش یا وظیفه باشد، بسته به دقت محاسبه می‌توان درجه موتومکانیزاسیون را برای تک تک زیربخش‌ها نیز بررسی و محاسبه نمود. بعنوان مثال عملیات خاک‌ورزی متشکل از دو زیربخش خاک‌ورزی اولیه و ثانویه است که عملیات خاک‌ورزی اولیه به کمک ابزارهای خیش، گاوآهن برگرداندار، دیسک سنگین، گاوآهن بشقابی و چیزل انجام می‌گیرد، بنابراین در بررسی درجه

موتومکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی تمام مساحت خاک‌ورزی شده به کمک ادوات مذکور بسته به منبع توان در محاسبه منظور خواهد شد. در مورد عملیات برداشت نیز جداسازی عملیات برداشت دستی، ماشینی (کمباین، دروگر، شیکر، روباتیک و ...) می‌تواند مفید باشد و عملیات فقط به توان کششی تراکتوری خلاصه نگردد. در مورد عملیات پس از برداشت نظیر خشک کردن، کوبیدن، پوست‌گیری، آسیاب کردن (نیروی موتور، دام، انرژی های تجدیدپذیر و غیره) را می‌توان تفکیک نمود. چنانچه به بررسی و مطالعه دقیق تری نیاز باشد، لازم است که درجه موتومکانیزاسیون عملیات برای زراعت‌های مختلف بصورت جداگانه بررسی و محاسبه گردد، بعنوان مثال چنانچه درجه مکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی بدون در نظر گرفتن نوع زراعت محاسبه می‌شود، می‌توان برای تحلیل و ارزیابی دقیق‌تر درجه موتومکانیزاسیون عملیات خاک‌ورزی را در زراعت چغندرقند، گندم، نخود و غیره به تفکیک محاسبه و ارزیابی نمود. بطور کلی سطح موتومکانیزاسیون عملیات‌های توان‌بر نسبت به عملیات‌هایی که کنترل بالایی نیاز دارند، عدد بزرگی است؛ بعنوان مثال عملیات خاک‌ورزی سطح موتومکانیزاسیون بالایی نسبت به عملیات داشت، آبیاری، برداشت و در برخی موارد عملیات پس از برداشت دارد. علاوه بر آن، میزان در دسترس بودن نیروی انسانی، اندازه مزارع و مشخصه زراعت عامل مهم و تاثیرگذار در سطح موتومکانیزاسیون است.

منابع و مآخذ

۱. ابراهیم‌پور، م. ۱۳۸۲. آموزش پودمانی و عمقی شدن کشت در ایران. نامه پژوهش‌فرهنگی. سال ۷، شماره ۵، صص ۲۲۱ تا ۲۵۰.

۲. الماسی، م.، کیانی، ش.، لویمی، ن. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی (چاپ چهارم). انتشارات جنگل.

۳. غفاری، غ. ۱۳۸۳. ساختار اجتماعی جامعه روستایی ایران. نامه پژوهش فرهنگی. شماره ۹. صص ۱۲۱ تا ۱٤٦.

٤. گیدنز، آ. ۱۳۷۷. جامعه شناسی، (ترجمه صبوری، م.). نشر نی.

۵. مشهدی ا. ۱۳۸۷. ماهیت بنگاه (ترجمه)، دو فصل‌نامه برنامه و بودجه، دوره ۱۳، شماره ۱۰۶، صص ۲۱۳-۱۸۷.

6. Anon. 2010. http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.TRAC.ZS.
7. Anon. 2012. http://www.fao.org/sd/EGdirect/EGan0006.htm
8. ASAE Standards, 2005. S495.1: Uniform Terminology for Agricultural Machinery Management. St. Joseph, Michigan, USA: ASABE.
9. Fonteh, M. F, 2010. Agricultural mechanization in Mali and Ghana: strategies, experiences and lessons for sustained impacts. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome.
10. Mazoyer, M. & L. Roudart, 2006. A History of World Agriculture, From the Neolithic Age to the Current Crisis. Earthscan in the UK and USA.
11. Norton, R. L. 2003. Design of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines, McGraw-Hill Higher Education.
12. Rijk, A.G. 1989. Agricultural mechanization policy and strategy, the Case of Thailand. PhD Dissertation at Wageningen Agricultural University. Asian Productivity Organization: Tokyo.

Redefines the concept of mechanization in the Biosystem Engineering

Abstract

One of the main task of agricultural mechanization is determining of agricultural technology level and specify set of agricultural tasks is required. Development of science and new technologies have provided a new definition of machine, and machine defines a device that can be used in the service of a particular task, machine in addition to the mechanical system, including computing systems, electrical systems and the molecular machines as well. Economic situation prevailing and industrial statuses in the region were the criterion that determines the use of various technologies. Strategic process of Agricultural mechanization in some period of time perhaps is economically less profitable, but this process in a world highly competitive market, is inevitable. The power source can be one of the most influential factors in the development of mechanization patterns and the role of mechanization in the shift between power sources is crucial. Power will be a scarce resource in human life and researchers and inventors have tried to utilize the power source (animal, mechanical and renewable source) to perform tasks generally been focused on energy-intensive activities. The availability of power source in farm is assessed by index of agricultural mechanization level. Agricultural Mechanization from point of power sources is classified into three levels handheld, animal and mechanical technology. The purpose of this article is to separate Agricultural Mechanization indicators based on source of power and agricultural operations which leads to more precise analysis of agricultural mechanization status.

Keywords: Capacity of Motomechanization, Degree of Motomechanization, Level of Mechanization, Power,