

انتخاب اندازه (ظرفیت زراعی) مناسب ماشین‌های خاک‌ورزی شالیزار

سید مرتضی صداقت حسینی^{۱*}، روح‌اله یوسفی^۲

۱- استادیار آموزشی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، تهران، ایران

۲- استادیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: morteza.s.hosseini@gmail.com

چکیده

یکی از اقدامات اساسی در توسعه و افزایش بهره‌وری در مکانیزاسیون برنج در کشور، استفاده از ماشین با اندازه و ظرفیت مناسب می‌باشد. خیلی از مواقع به دلیل پیچیدگی موضوع انتخاب ماشین و اشتباه در آن ممکن است نتایج نامطلوبی برای واحد تولیدی ایجاد شود. از این رو به منظور افزایش بهره‌وری ماشین و مجموعه ماشینی، لازم است در مرحله انتخاب ماشین، اندازه مناسب آن‌ها به‌طور دقیق تعیین شود. عملیات خاک‌ورزی بیشترین انرژی مصرفی در بین عملیات مختلف تولید برنج را به خود اختصاص داده و در ایران تقریباً ۱۰۰ درصد آن به صورت ماشینی انجام می‌شود. به همین منظور در این مطالعه به موضوع تعیین اندازه مناسب ماشین در مرحله‌ی خاک‌ورزی و تهیه زمین در شالیزار پرداخته شده است. اندازه ماشین‌های کشاورزی با ظرفیت زراعی آن‌ها بیان می‌شود، عوامل موثر در انتخاب اندازه مناسب ماشین؛ نوع محصول، عملیات زراعی مورد نیاز، روزهای مناسب کاری، سطح زیر کشت و اندازه قطعات می‌باشند. با توجه به اینکه معمولاً یک منبع توان (تراکتور و تیلر) برای کار با مجموعه ماشین‌های خاک‌ورزی استفاده می‌شود، انطباق اندازه‌ی تراکتور (یا تیلر) و مجموعه دنباله‌بندها تاثیر زیادی در بهره‌وری سیستم مکانیزه دارد. در این مطالعه جهت آشنایی بهره‌برداران، روش محاسبه اندازه‌ی مناسب مجموعه ماشین‌های خاک‌ورزی در تولید برنج بیان شده است.

واژگان کلیدی: عملیات خاک‌ورزی، اندازه مناسب ماشین، مکانیزاسیون برنج

بیان مساله

برنج به عنوان یکی از گیاهان راهبردی، پس از گندم دومین محصول پرمصرف کشور به‌شمار می‌رود. انجام عملیات زراعی به صورت مکانیزه باعث کاهش صعوبت کاری، ارتقاء بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها در واحد تولید، افزایش جذابیت کار، افزایش عملکرد و انجام به موقع کار می‌شود. به عبارت دیگر به منظور توسعه پایدار تولید برنج در کشور نیاز به توسعه مکانیزاسیون آن می‌باشد. به رغم مزایای تولید مکانیزه برنج، محدودیت‌هایی مانند کوچک بودن اندازه قطعات شالیزاری، گران بودن ماشین‌های کشاورزی، هزینه بالای تعمیرات و خدمات پس از فروش و کمبود ماشین با سطح فناوری مناسب، باعث کاهش سرعت توسعه مکانیزاسیون شالیزارها شده است (شکل ۱).



شکل ۱- اجرای عملیات نشاکاری به دو روش سنتی (چپ) و مکانیزه (راست)

یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در افزایش بهره‌وری در سیستم‌های تولید مکانیزه، انتخاب اندازه (ظرفیت زراعی) مناسب ماشین‌های کشاورزی می‌باشد. معمولاً اندازه ماشین‌های کشاورزی با شاخص ظرفیت زراعی بیان می‌شود (شکل ۲). واحد ظرفیت زراعی ماشین، هکتار در ساعت بوده و نشانگر سطحی از مزرعه (هکتار) می‌باشد که در مدت یک ساعت توسط ماشین کار انجام می‌شود (الماسی و دیگران، ۱۳۸۷).



شکل ۲- انواع ماشین خاک‌ورزی با اندازه و توان کششی متفاوت جهت اجرای عملیات شخم در شالیزار

مقدار ظرفیت زراعی (هکتار بر ساعت) معادل یک‌دهم حاصل ضرب سرعت پیش‌روی (کیلومتر بر ساعت)، عرض کار ماشین (متر) و بازده مزرعه‌ای (درصد) آن می‌باشد. در صورتی که از یک گاواهن با عرض کار ۳۰ سانتی‌متر جهت شخم در شالیزاری با سرعت پیش‌روی تیلر ۲ کیلومتر در ساعت و بازده مزرعه‌ای ۷۰ درصد استفاده شود، ظرفیت زراعی آن ۰/۰۴۲ هکتار در ساعت می‌باشد. این بدان معنی است که این گاواهن در مدت یک ساعت، ۴۲۰ مترمربع را شخم می‌زند یا زمان لازم برای شخم یک هکتار توسط این گاواهن ۲۳ ساعت و ۴۸ دقیقه می‌باشد.

از نظر فنی حداقل ظرفیت ماشین باید به اندازه‌ای باشد تا عملیات زراعی در محدوده‌ی زمان مناسب کاری در آن منطقه انجام شود. در صورتی که اندازه ماشین مورد استفاده کوچکتر از مقدار مناسب آن باشد باعث کاهش سرعت انجام کار شده و هزینه‌های بی‌موقع انجام شدن کار افزایش پیدا می‌کند. از طرف دیگر اندازه بزرگتر ماشین باعث افزایش هزینه‌های اولیه آن شده و بهره‌وری واحد تولیدی کاهش می‌یابد. انتخاب اندازه مناسب ماشین باعث کاهش هزینه‌ها، بهینه شدن مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری در واحد تولیدی می‌شود. از نظر اقتصادی، اندازه بهینه ماشین برای شرایط و مزرعه خاص، مقداری است که مجموع هزینه‌ها در واحد سطح، حداقل باشد. از این‌رو شناخت و بررسی عوامل موثر در تعیین اندازه مناسب ماشین می‌تواند باعث افزایش دقت در فرآیند انتخاب ماشین شود.

معرفی راهکار

عملیات خاک‌ورزی، انرژی‌بر بوده و در ایران تقریباً صد درصد آن به‌صورت مکانیزه انجام می‌شود. همچنین به‌دلیل تراکم عملیات خاک‌ورزی در محدوده زمانی نسبتاً کوتاه، اندازه (ظرفیت) مناسب ماشین در عملیات خاک‌ورزی نسبت به عملیات دیگر دارای اهمیت بیشتری می‌باشد. معمولاً در عملیات خاک‌ورزی مجموعه دنباله‌بندهای مختلف توسط یک دستگاه تراکتور (یا تیلر) به‌کار گرفته می‌شوند که در مقایسه با سایر عملیات مکانیزه تولید برنج (کاشت، داشت و برداشت) که معمولاً با استفاده از ماشین‌های خودگردان انجام می‌شوند، نحوه‌ی محاسبه اندازه مناسب ماشین کمی متفاوت می‌باشد. لذا موضوع انتخاب اندازه (ظرفیت زراعی) مناسب ماشین‌های خاک‌ورزی در این مطالعه به‌صورت مجزا و اختصاصی مورد ارزیابی قرار گرفته شد.

عوامل مؤثر در انتخاب اندازه ماشین شامل:

۱- محصول کشت شده

از آنجا که برای تولید محصول برنج نیاز به انجام عملیات زراعی و ماشین‌های متفاوتی می‌باشد (شکل ۳)، لازم است قبل از تعیین اندازه‌ی مناسب ماشین، برنامه‌ریزی در خصوص محصول تولیدی انجام شده و در صورت کشت چندمحصولی، جدول تناوب زراعی تهیه شود.



شکل ۳- ماشین‌های مورد استفاده در عملیات کاشت، داشت و برداشت

۲- عملیات زراعی و ماشینی

با توجه به نوع محصول و شرایط اقلیمی منطقه کشت، لازم است لیست عملیات زراعی مورد نیاز تهیه شود. برای اجرای هر کدام از عملیات مختلف خاک‌ورزی ممکن است بتوان از یک یا چند ماشین مختلف استفاده نمود. از این رو لازم است جدول عملیات ماشینی تهیه شود که در آن علاوه بر نوع عملیات، نام (نوع) ماشین نیز ذکر شده باشد (شکل ۴). در بخش خاک‌ورزی یا عملیات تهیه زمین، ترکیب‌های مختلفی از منبع توان (تراکتور یا تیلر) و ماشین‌ها را می‌توان انتخاب نمود. به‌عنوان نمونه در اجرای عملیات شخم اول با تراکتور می‌توان از گاوآهن برگردان‌دار، گاوآهن بشقابی دوار و یا روتواتور استفاده نمود. عملکرد ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی در یک مجموعه ماشینی روی همدیگر اثر گذاشته و به‌منظور دستیابی به انتخاب گزینه با ظرفیت مناسب لازم است تا مجموعه ماشین‌ها مورد بررسی قرار گیرند.

۳- روزهای مناسب کاری

به‌منظور تولید محصولات کشاورزی انجام هر کدام از عملیات باید در زمان مناسب آن انجام شود. در صورتی‌که عملیات زراعی قبل یا بعد از مدت زمان مناسب کاری انجام شود، کیفیت و عملکرد محصول کاهش یافته یا به‌طور کلی آن محصول از بین خواهد رفت. بنابراین ظرفیت ماشین باید به اندازه‌ای باشد که عملیات زراعی در محدوده‌ی زمان مناسب کاری انجام شود. برای این منظور لازم است جدول تقویم عملیات زراعی هر محصول بر اساس آمار هواشناسی منطقه مورد نظر تهیه شود. تقویم زراعی عملیات آماده‌سازی زمین در تولید برنج در استان گیلان در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۴- ماشین‌های مورد استفاده در عملیات خاک‌ورزی مکانیزه تولید برنج

جدول ۱- تقویم عملیات آماده سازی زمین در استان گیلان (یوسفی و دیگران، ۱۴۰۱)

ردیف	عملیات	شروع	پایان	فرصت زمانی	روزهای کاری
۱	شخم اول (شخم زمستانه)	۱ دی	۲۹ اسفند	۸۹ روز	۸۰ روز
۲	شخم اول (شخم بهاره)	۱ فروردین	۳۱ فروردین	۳۱ روز	۲۸ روز
۳	شخم دوم	۲۵ فروردین	۲۰ اردیبهشت	۲۷ روز	۲۶ روز
۴	مرزکشی	۲۶ فروردین	۲۱ اردیبهشت	۲۷ روز	۲۷ روز
۵	پادلینگ و تسطیح	۲۸ فروردین	۲۳ اردیبهشت	۲۷ روز	۲۶ روز

در جدول ۱ محدوده‌ی زمانی که می‌توان هر کدام از عملیات مکانیزه را به‌درستی انجام داد، در ستون فرصت زمانی آورده شده است. روزهای کاری بر اساس عوامل محدود کننده و شرایط آب و هوایی تعیین شده‌اند و ممکن است در واحد تولیدی به دلیل عوامل دیگری از قبیل تعطیلات و نیاز به ماشین برای انجام کارهای دیگر، کمتر از روزهای کاری باشد. با توجه به ظرفیت مزرعه‌ای ماشین، سطح کار، روزهای کاری و ساعت کار در روز، تعداد ماشین مورد نیاز جهت اتمام کار محاسبه می‌شود. در جدول ۱ تعداد روزهای کاری مناسب جهت اجرای عملیات شخم دوم، ۲۶ روز می‌باشد، اگر ظرفیت زراعی ماشین ۰/۰۴۲ هکتار در ساعت، ساعت کار در روز ۵ ساعت و مساحت مالکیت کشاورز ۱۰ هکتار در نظر گرفته شود، حدوداً نیاز به دو دستگاه تیلر و گاواهن می‌باشد تا شخم ۱۰ هکتار در ۲۶ روز انجام شود. در صورتی که از ماشین با عرض کار بالاتر یا پایین‌تر استفاده شود و یا ساعت کاری در روز کم یا زیاد شود، تعداد ماشین مورد نیاز جهت اتمام کار در روزهای کاری کم یا زیاد می‌شود.

۴- سطح زیر کشت و اندازه قطعات

مقدار سطح زیر کشت سالیانه که لازم است عملیات ماشینی در محدوده زمان مناسب، انجام شود، در ظرفیت مناسب ماشین موثر می‌باشد. به عبارت دیگر چنانچه نیاز باشد در محدوده‌ی زمانی مشخص کار انجام شود، هر چه سطح بیشتر باشد، باید از ماشینی با ظرفیت بیشتر (عرض کاری بیشتر) استفاده نمود. از تقسیم سطح زیر کشت (هکتار) در زمان کاری (ساعت)، ظرفیت ماشین (هکتار در ساعت) تعیین می‌شود. از آن‌جا که زمان مناسب کاری عملیات مختلف با هم هم‌پوشانی دارند (جدول ۱) به‌جای ظرفیت ماشین، ظرفیت مجموعه ماشینی باید در نظر گرفته شود.

مثال: مجموعه قطعات شالیزاری کشاورزی ۲ هکتار می‌باشد و محدوده‌ی زمان مناسب برای عملیات خاک‌ورزی ۱۵ روز و روزانه ۸ ساعت کاری است. بنابراین زمان مناسب کاری ۱۲۰ ساعت می‌باشد. ظرفیت مجموعه ماشین‌های خاک‌ورزی برای کشاورز ۰/۰۱۶ هکتار در ساعت (۱۶۰ مترمربع در ساعت) است. اگر ظرفیت محاسبه شده (۰/۰۱۶ هکتار در ساعت) فقط متعلق به یک ماشین باشد، محاسبه عرض کار ماشین امکان‌پذیر است. اما در این حالت، ظرفیت مجموعه‌ای از ماشین‌های خاک‌ورزی می‌باشد که باید اندازه هر کدام جداگانه مشخص شود. زمان اجرای عملیات خاک‌ورزی با مجموعه ماشین‌های مورد استفاده ۶۰ ساعت است.

فرض شود عملیات خاک‌ورزی این واحد تولیدی توسط مجموعه ماشین‌های گاواهن برگردان‌دار (شخم اول) همراه با روتیواتور (شخم دوم) و گاواهن دوطرفه (خاک همزن مرسوم) و ماله انجام شود. با توجه به اینکه ماشین‌های مذکور در اندازه‌های مختلف وجود دارند، لازم است برای همه منابع توان و دنباله‌بندهای مناسب آن‌ها جدولی مشابه جدول ۲ تهیه شود.

جدول ۲- مشخصات مجموعه ماشین‌های خاک‌ورزی مناسب تیلر ۱۳ اسب بخار

ردیف	نام ماشین	عرض کار (متر)	سرعت (کیلومتر در ساعت)	بازده مزرعه‌ای (درصد)	ظرفیت زراعی (هکتار در ساعت)	زمان کار برای یک هکتار (ساعت)
۱	گاواهن برگردان‌دار	۰/۳	۲/۱۶	۷۰	۰/۰۴۵	۲۲/۲
۲	روتیواتور	۰/۶	۲/۳	۷۰	۰/۰۹۶	۱۰/۴
۳	گاواهن دوطرفه	۰/۲۵	۳	۷۵	۰/۰۵۶	۱۷/۸
۴	ماله	۱	۲/۳	۷۸	۰/۱۷	۵/۸
۵	جمع					۵۶/۲

در صورتی که عملیات شخم اول به‌جای بهار در زمستان انجام شود، در این صورت مدت زمان ۱۲۰ ساعت فقط برای مجموعه عملیات ماشینی روتیواتور همراه با گاواهن دو طرفه و ماله در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که ظرفیت ماشینی بیشتر از ظرفیت مورد نیاز باشد، با مدیریت عملیات تهیه زمین (انجام شخم زمستانه به‌جای شخم بهاره) می‌توان از مجموعه ماشینی و تراکتور (تیلر) کوچکتر استفاده نمود تا باعث کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری شود.

توصیه‌های ترویجی

۱- قبل از به‌کارگیری ماشین، لازم است محاسبات مربوط به تعیین اندازه (ظرفیت زراعی) مناسب آن انجام شود. در صورتی که فرد دارای تخصص و اطلاعات کافی در این زمینه نباشد لازم است با فرد متخصص مشورت شود.

۲- برای تعیین اندازه مناسب ماشین خاک‌ورزی پس از تعیین جدول عملیات ماشینی و تقویم زراعی، ظرفیت مورد نیاز ماشین از تقسیم کردن سطح زیر کشت در مدت زمان کاری محاسبه می‌شود. پس از تعیین ظرفیت ماشین، توان مناسب تراکتور یا تیلر کشنده ماشین، تعیین می‌شود.

۳- مدت روزهای کاری با توجه به برنامه‌ریزی واحد تولیدی و شرایط منطقه ممکن است تغییر نماید. لذا انجام محاسبات جداگانه برای هر واحد تولیدی با توجه به شرایط آن لازم است انجام شود.

- ۴- در صورتی که کشت، چندمحصولی باشد باید این موضوع در جدول عملیات ماشینی و روزه‌های مناسب کاری مد نظر قرار گیرد تا اندازه مناسب به‌درستی انتخاب شود.
- ۵- در صورت امکان اگر عملیات شخم اول، به‌صورت زمستانه انجام شود می‌توان از ماشین کوچکتر استفاده نمود تا باعث کاهش هزینه، مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری شود.
- ۶- پس از تعیین اندازه (ظرفیت زراعی) مناسب ماشین لازم است مناسب‌ترین ماشین از میان ماشین‌های موجود (با ظرفیت مشابه) با توجه به عوامل دیگر (اقتصادی، طراحی و ...) انتخاب شود.

فهرست منابع

- الماسی، مرتضی، شهرام کیانی و نعیم لویمی. ۱۳۸۷. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. تهران: انتشارات جنگل.
- یوسفی، ر، یونسی الموتی، م، علامه، ع، کامیاب، ح، پورابراهیمی، م، داداشی، پ، یوسفی، م، اسدالهی شریف، ف و رودپیماي رشت آبادی، م. ۱۴۰۱. گزارش نهایی طرح: تعیین شاخص‌های مکانیزاسیون برنج در استان گیلان. موسسه تحقیقات برنج کشور.