

ظرفیت و عملکرد ماشین در کشاورزی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل فراگیر باید بتواند:

- ۱- ظرفیت مزرعه‌ای ماشین را تعریف و محاسبه نماید.
- ۲- ظرفیت ماده‌ای ماشین را تعریف و محاسبه نماید.
- ۳- شاخص مزرعه‌ای ماشین‌های کشاورزی را تعریف و محاسبه نماید.
- ۴- چگونگی تنظیم خطی کار برای ریزش مقدار معینی بذر در واحد سطح را توضیح دهد.
- ۵- مقدار تلفات محصول در کمباین را توضیح دهد.
- ۶- توان مورد نیاز ادوات کشاورزی را محاسبه کند.
- ۷- مقدار بذر در هکتار را محاسبه کند.

۱۲- ظرفیت و عملکرد ماشین در کشاورزی

۱۲-۱- ظرفیت ماشین

کمیت و کیفیت عملیات انجام شده به وسیله یک ماشین کشاورزی در واقع معیار عملکرد ماشین می‌باشد و منظور از عملکرد یک ماشین کشاورزی مقدار کار انجام شده به وسیله آن ماشین در واحد زمان می‌باشد. عملکرد بیشتر ماشین‌های کشاورزی برحسب مساحت عمل شده در ساعت عنوان می‌گردد. اما عملکرد ماشین‌های برداشت برحسب جرم ماده برداشت شده در واحد زمان بیان می‌شود. این چنین ارقام عملکرد را ظرفیت ماشین می‌نامند و معمولاً شامل ظرفیت مزرعه‌ای، ظرفیت ماده‌ای و ظرفیت کل می‌باشد. این ظرفیت‌ها نظری بوده و ظرفیت واقعی به مقدار قابل توجهی کمتر از ظرفیت نظری می‌باشد. ظرفیت مزرعه‌ای^۱ ماشین از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C = \frac{vwe}{10} \quad (12-1)$$

۱- کار انجام شده توسط یک ماشین در زمینه خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت را در مدت یک ساعت گویند.

که در آن داریم :

$C =$ ظرفیت واقعی یا مزرعه‌ای مؤثر برحسب هکتار بر ساعت (عملکرد ماشین)

$v =$ سرعت پیش‌روی ماشین برحسب کیلومتر بر ساعت

$w =$ عرض کار ماشین برحسب متر

$e =$ بازده مزرعه‌ای برحسب درصد

توجه: بازده مزرعه‌ای عبارت است از نسبت زمان نظری صرف شده برای انجام عملیات داخل مزرعه به زمان کل صرف شده در مزرعه برحسب درصد. مقدار بازده مزرعه‌ای و سرعت کار تعدادی از مهم‌ترین ادوات و ماشین‌های کشاورزی در جدول ۱-۱۲ ارائه شده است.

ظرفیت مزرعه‌ای نظری، زمانی حاصل می‌شود که از ۱۰۰ درصد عرض کار ماشین استفاده شود، اما از آنجایی که حتی راننده‌های ماهر هم به ندرت قادرند از تمام عرض کار ماشین بدون همپوشانی با ردیف‌های مجاور استفاده کنند، استفاده مفید از تمام عرض ماشین به راحتی امکان‌پذیر نیست و همیشه مقداری همپوشانی وجود دارد.

رابطه ۱-۱۲ برای تعیین ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌هایی نظیر گاوآهن‌ها، دیسک‌ها، بذرکارها و غیره به کار می‌رود اما در ماشین‌هایی مانند بسته‌بند (بیلر)، و خردکن‌ها (چاپر) که ظرفیت کاری آن‌ها به صورت ماده‌ای مشخص می‌شود عملکرد محصول، در تعیین ظرفیت ماده‌ای ماشین نقش خواهد داشت. منظور از عملکرد محصول، میزان محصول به دست آمده در هکتار می‌باشد. به عنوان مثال گفته می‌شود عملکرد محصول برنج از رقم خزر بیش از ۶ تن در هکتار می‌باشد. این بدان معنی است که مقدار شلتوک برداشت شده از یک هکتار شالیزار که در آن رقم خزر کاشته شده است بیش از ۶ تن است.

در جدول ۲-۱۲ ظرفیت مزرعه‌ای یا عملکرد تعدادی از ماشین‌های کشاورزی ارائه شده است. با وارد کردن عملکرد محصول در واحد سطح در صورت کسر معادله ۱-۱۲ می‌توان رابطه‌ای برای ظرفیت واقعی ماده‌ای به صورت زیر به دست آورد :

$$M = \frac{vwey}{100} \quad (12-2)$$

که در آن داریم :

$M =$ ظرفیت ماده‌ای برحسب واحد محصول بر ساعت

$y =$ عملکرد محصول برحسب واحد محصول بر هکتار

جدول ۱-۱۲- دامنه بازده‌های مزرعه‌ای و سرعت‌های کار ادوات کشاورزی

عملیات	نام دستگاه	بازده مزرعه‌ای %	سرعت کار km/hr
خاک‌ورزی	گاوآهن برگردان	۸۸-۷۴	۵-۹
	چنگه بشقابی	۹۰-۷۷	۶-۱۰
	چنگه فنری یا دندان‌میخی	۸۳-۶۵	۶-۱۲
	پنجه خاک‌ورزی (کولتیواتور مزرعه‌ای)	۹۰-۷۵	۶-۹
کاشت	ردیف‌کار با کودپاش	۷۸-۵۵	۷-۱۰
	غله‌کار با کودپاش	۸۰-۶۵	۵-۱۰
	کودافشان	۷۰-۶۵	۷-۱۰
	سیب‌زمینی‌کار	۸۰-۵۵	۹-۱۲
داشت	پنجه ردیفی	۹۰-۶۸	۳-۹
	پنجه دوار	۸۸-۸۰	۹-۱۰
	سم‌پاش	۸۰-۵۵	۷-۱۰
	کودکار	۶۵-۶۰	۶-۹
	کودپاش	۹۰-۶۰	۶-۱۰
برداشت	درو ساقه‌ساز	۹۵-۸۰	۵-۹
	جارو (ریک)	۸۹-۶۲	۶-۹
	مکعب‌بند	۸۰-۶۵	۵-۱۰
	استوانه‌بند	۵۰-۴۰	۵-۱۹
	خردکن علوفه (چاپر)	۷۵-۵۰	۶-۱۰
	کمباین (چین کوب غلات)	۹۰-۶۳	۳-۸
	ذرت‌چین	۷۰-۵۵	۳-۶
	ردیف‌ساز	۸۵-۷۵	۶-۱۰
	کمباین سیب‌زمینی	۹۰-۵۰	۳-۶
	پنبه‌چین	۹۰-۶۵	۳-۵
	ساقه‌خردکن دوار، دروگر	۸۵-۶۵	۶-۱۰

جدول ۲-۱۲- ظرفیت مزرعه‌ای یا عملکرد ماشین‌های کشاورزی رایج

نوع ماشین	نوع کار	ظرفیت یا عملکرد مزرعه‌ای ماشین
گاواهن‌ها	سوسلز (زیرشکن) زهکش گاواهن کششی گاواهن هیدرولیکی (سوار شونده) گاواهن بشقابی کششی گاواهن بشقابی هیدرولیکی (سوار شونده)	عمق ۸/۰ متر عمق ۵/۰ متر عمق ۲/۰ متر عمق ۲/۰ متر عمق ۲/۰ متر عمق ۲/۰ متر
گاواهن شخم سطحی	برگردان‌دار بشقابی	عمق ۱/۰ متر عمق ۱/۰ متر
چنگه بشقابی (دیسک)	دورديفه (تانوم) افست	عمق ۷/۰ متر عمق ۹/۰ متر
پنجه (کولتیواتور)		عمق ۱/۰ متر
چنگه دندان میخی (هرس)		عمق ۹/۰ متر
غلنک		-
علف‌کن و سله‌شکن دوار		عمق ۷/۰ متر
خطی کار		-
بذرپاش	معمولی گریز از مرکز	- - ۳ هکتار در ساعت
کودپاش دامی		۴۰ تن در هکتار
کود پخش‌کن دامی		۳ تن در هکتار
کمباین غلات	یدک کش ۱/۲ متر عرض کار یدک کش ۱/۸ متر عرض کار یدک کش ۲/۴ متر عرض کار خودرو ۱/۸ متر عرض کار (۲۵ اسب) خودرو ۲/۴ متر عرض کار (۴۰ اسب) خودرو ۲/۸ متر عرض کار (۶۰ اسب) خودرو ۳ متر عرض کار (۸۰ اسب) خودرو ۳/۶ متر عرض کار (۱۲۰ اسب) خودرو ۴/۲ متر عرض کار (۱۵۰ اسب)	۱ تن در ساعت ۱/۵ تن در ساعت ۲/۵ تن در ساعت ۱/۳ تن در ساعت ۲/۵ تن در ساعت ۴ تن در ساعت ۵ تن در ساعت ۸ تن در ساعت ۱۰ تن در ساعت
کمباین چغندر قند		یک ردیفه
سرزن چغندر قند		۲/۰ هکتار در ساعت
دروگر (موور)		۵/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
ردیف‌کن (ریک)		۶/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
بسته‌بند علفه (بیلر)		با چگالی متوسط ۱ هکتار در ساعت

همان‌گونه که اشاره شد بازده مزرعه‌ای یک نوع بازده زمانی می‌باشد که نسبت زمان کار مفید ماشین به کل زمان صرف شده برای انجام آن کار را بیان می‌کند. زمان‌هایی که ماشین عملاً فعال نبوده است، جزو زمان مرده یا تلف شده محسوب می‌شود. زمان‌های کاری ماشین‌های معمول کشاورزی را که باید در محاسبه ظرفیت‌ها یا هزینه ماشین‌ها در مؤسسات کشاورزی دخیل دانست به شرح زیر است:

۱- زمان آماده‌سازی ماشین (شامل بیرون آوردن از گاراژ، برگرداندن به آن).
۲- زمان بردن ماشین به مزرعه و برگشت.
۳- زمان آماده‌سازی ماشین در مزرعه، قبل و بعد از انجام کار (شامل زمان سرویس روزانه، آماده‌سازی برای یدک‌کشی و غیره).

۴- زمان نظری کار (زمانی که ماشین با سرعت پیش‌روی مناسب و با عرض کل خود در محصول کار می‌کند).

۵- زمان دورزدن و عبور از جوی‌ها (قسمت‌های مختلف ماشین در حال کار باشند).

۶- زمان بارگیری و تخلیه، اگر در حین کار انجام نمی‌گیرد.

۷- زمان تنظیم ماشین، اگر در حین کار صورت نمی‌گیرد.

۸- زمان نگهداری (سوخت‌گیری مجدد، روغنکاری، سفت کردن زنجیر و غیره، اگر در حین کار صورت نگیرد، سرویس روزانه را شامل نمی‌شود).

۹- زمان تعمیر (زمانی که در مزرعه صرف تعمیر یا تعویض یک قطعه از کار افتاده می‌شود).

۱۰- زمان شخصی راننده (زمانی که راننده برای امور شخصی خود صرف می‌کند).

همه موارد بالا بر علیه عملکرد ماشین نمی‌باشند. مثلاً زمان شخصی راننده، بند ۱۰، کمیت کاملاً متغیری است که معمولاً با بازده عملیاتی ماشین ارتباط ندارد. لذا این مقدار را معمولاً از حساب زمان‌های مرده خارج می‌کنند و بیشتر بندهای ۴ تا ۹ را در محاسبه بازده مزرعه‌ای وارد می‌کنند.

ذکر این نکته نیز ضروری است که طولی بودن مزرعه، دور زدن سریع، استفاده از ماشین‌های عریض، سرعت‌های پیش‌روی زیاد و کوتاه بودن زمان‌های بارگیری و تخلیه، همگی به ازدیاد ظرفیت‌های ماشین می‌انجامد. عوامل مؤثر در بازده مزرعه‌ای عبارتند از:

۱- **ظرفیت نظری ماشین:** وسایلی که عرض کار بیشتر دارند، بازده مزرعه‌ای کمتری دارند. به راحتی می‌توان پذیرفت که یک دقیقه اتلاف وقت ماشین بزرگ ضرر بیشتری از همان یک دقیقه برای یک ماشین کوچک، در تولید محصول به بار خواهد آورد.

۲- **فرمان‌گیری (قابلیت مانور) ماشین:** ماشین‌های کشاورزی باید قابلیت فرمان‌گیری

خوبی در حین عملیات کشاورزی چه در مزرعه و چه در جاده داشته باشند از این رو این عامل نیز در بازده مزرعه‌ای ماشین مؤثر است.

۳- طرح‌های مزرعه‌ای: هدف اصلی از یک طرح مؤثر مزرعه‌ای، حداقل کردن رفت و آمد در مزرعه است. با تجزیه و تحلیل و تغییر روش عملیات مزرعه پیشرفت‌های چشم‌گیری در بازده مزرعه‌ای حاصل می‌شود.

۴- شکل مزرعه: انتظار این است که بازده مزرعه‌ای زمین‌های نامنظم به علت زمان تلف شده برای عبورهای اضافی، کمتر از زمین‌های مستطیلی شکل باشد.

۵- اندازه مزرعه: معمولاً در مزارع بزرگ ماشین‌ها بازده زیادتری نسبت به مزارع کوچک خواهند داشت.

۶- عملکرد محصول: عملکرد یک مزرعه در بازده مزرعه‌ای ماشین‌های برداشت تأثیر خواهد داشت. محصول پرپشت معمولاً سرعت پیشرفت ماشین را کم می‌کند.

۷- شرایط محصول و خاک: موقعی که شرایط محصول و خاک برای کار کردن ماشین مناسب نباشد، باید از سرعت حرکت ماشین کاست. این وضعیت بازده مزرعه‌ای را از نظر محاسبات تئوری افزایش می‌دهد ولی وضعیت کاری مطلوبی نخواهد بود.

۸- محدودیت‌های سیستم: فقط چند نوع از عملیات مزرعه، کاملاً از سایر عملیات تولیدی مستقل هستند. معمولاً کشاورزی مجموعه‌ای از عملیات ماشین‌ها می‌باشد. در نتیجه بازده یک ماشین ممکن است به وسیله ظرفیت سایر عملیات مجموعه محدود شود.

مثال ۱-۱۲: یک دستگاه پنجه ردیفی غلات با عرض کار ۳ متر و با سرعت ۴/۵ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند. ظرفیت مؤثر (واقعی) مزرعه‌ای این پنجه ردیفی چقدر است؟
حل: با استفاده از فرمول ۱-۱۲ داریم:

$$C = \frac{vwe}{10} = \frac{4/5 \times 3 \times e}{10}$$

همان‌گونه که از رابطه بالا مشخص است، ظرفیت واقعی به بازده مزرعه‌ای بستگی دارد. از جدول ۱-۱۲ مقدار بازده مزرعه‌ای پنجه ردیفی ۶۸ تا ۹۰ درصد تعیین می‌گردد لذا با توجه به کیفیت کار ماشین که به لحاظ تجربی مشخص می‌گردد عددی در محدوده فوق را می‌توان برگزید. در این مسئله فرض می‌گردد پنجه ردیفی فوق از راندمان پایینی برخوردار است لذا $e = 0/68$ انتخاب می‌شود:

$$C = \frac{4/5 \times 3 \times 0/68}{10} = 0/888 \text{ ha/hr}$$
 ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای پنجه ردیفی

۱۲-۲- توان مورد نیاز ادوات

برای محاسبه توان مورد نیاز ادوات کشاورزی روابط تجربی مختلفی ارائه شده است در اغلب آن‌ها عمق و عرض کار ماشین، سرعت پیش‌روی آن و ظرفیت مزرعه‌ای نقش اساسی را ایفا می‌کنند. به عنوان مثال برای تعیین توان مالبندی لازم برای کشیدن یک گاوآهن معادله زیر پیشنهاد شده است:

$$P_{db} = \frac{w \times d}{36} (c_1 + c_2 v^2) v \quad (12-3)$$

که در آن داریم:

P_{db} = توان مالبندی لازم برای کشیدن گاوآهن برحسب کیلووات

جمله $c_1 + c_2 v^2$ در حقیقت نیروی کششی لازم بر واحد سطح شیار شخم را بر حسب نیوتن

بر سانتی‌متر مربع نشان می‌دهد.

w = عرض کار گاوآهن برحسب

متر است.

d = عمق شخم بر حسب سانتی‌متر

می‌باشد.

c_1 و c_2 = ضرایب ثابت که به نوع

خاک بستگی دارند.

v = سرعت شخم برحسب کیلومتر

بر ساعت است.

برای خاک‌های رسی سیلتی $c_1 = 4/8$ ، $c_2 = 0/024$
 برای خاک‌های سیلت شنی $c_1 = 3$ ، $c_2 = 0/056$
 برای خاک‌های لوم شنی $c_1 = 2/8$ ، $c_2 = 0/013$
 برای خاک‌های لومی $c_1 = 3$ ، $c_2 = 0/021$
 برای خاک‌های لومی رسی $c_1 = 6$ ، $c_2 = 0/053$
 برای خاک‌های شنی $c_1 = 2$ ، $c_2 = 0/013$
 مقادیر فوق‌الذکر برای زمین با رطوبت گاورو می‌باشد

برای تعیین v رابطه زیر پیشنهاد شده است که در حقیقت از رابطه ۱-۱۲ به دست می‌آید:

$$v = \frac{10 \times c}{w \times e} \quad (12-4)$$

در این رابطه داریم:

c = ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برحسب هکتار بر ساعت

e = بازده مزرعه‌ای گاوآهن

بنابراین با قراردادن v در معادله ۳-۱۲ خواهیم داشت:

$$P_{db} = \frac{c \times d}{3/6e} (c_1 + c_2 \frac{10 \times c^2}{w^2 \times e^2}) \quad (12-5)$$

در جدول ۳-۱۲ نیروی ویژه و انرژی مورد نیاز ادوات کشاورزی مختلف، متناسب با شرایط کار آنها داده شده است.

جدول ۳-۱۲ - نیروی ویژه و انرژی مورد نیاز کشش ماشین‌های مزرعه در سرعت $\frac{km}{hr}$ ۴/۸		
انرژی یا کار kW.hr/ha	نیروی کشیدنی، نیرو بر واحد عرض kN/m	نوع ماشین
		ادوات خاک ورزی
		گاو آهن، برگردان یا بشقابی (عمق کار ۱۸cm)
۱۷/۵ - ۸/۷	۶/۳ - ۳/۲	خاک‌های سبک
۲۵/۸ - ۱۴/۶	۹/۵ - ۵/۳	خاک‌های متوسط
۴۶/۱ - ۲۲/۱	۱۶/۶ - ۸/۵	خاک‌های سنگین
		گاو آهن بشقابی یک محوری (عمق کار ۱۳cm - ۸)
۱۶/۲ - ۷/۴	۵/۸ - ۲/۶	پشته‌ساز، زمین سخت (فاصله پشته‌ها ۱m)
۱۲/۵ - ۴/۸	۱۶/۶ - ۵/۸	زیرشکن (فاصله تیغه‌ها ۲m)
۱۲ - ۷/۲	هر خیش ۲۶/۳ - ۱۶	خاک‌های سبک
۱۵/۷ - ۱۰/۱	هر خیش ۳۶/۵ - ۲۳/۳	خاک‌های متوسط
۳۱/۳ - ۱۲/۲	۱۱/۷ - ۴/۴	ماله
		گاو آهن قلمی (عمق کار ۲۳cm - ۱۸)
۳۶/۹ - ۸/۱	۱۳/۱ - ۲/۹	پنجه خاک‌ورزی (کولتیواتور مزرعه‌ای) (عمق کار ۲۳cm - ۱۸)
۱۲ - ۲/۴	۴/۴ - ۰/۹	چنگه بشقابی (دیسک)
۴/۰ - ۲/۰	۱/۵ - ۰/۷	یک زانویی
۷/۴ - ۴/۰	۲/۶ - ۱/۵	دو زانویی سبک
۱۲ - ۹ - ۷/۴	۰/۸ - ۰/۱۵٪ وزن	دو زانویی سنگین
۲/۴ - ۰/۷	۰/۹ - ۰/۳	هرس دندان‌ه میخی
۱۲/۲ - ۲/۱	۴/۴ - ۱/۰	هرس دندان‌ه فتری
۴/۸ - ۱/۵	۱/۸ - ۰/۵	علف‌کن
۲/۴ - ۰/۷	۰/۹ - ۰/۳	غلتک و فشارنده

دنباله جدول ۳-۱۲		
انرژی یا کار kW.hr/ha	نیروی کشیدنی، نیرو بر واحد عرض kN/m	نوع ماشین
۵۱/۶ - ۲۵/۸ ۳۰/۰ - ۲۰/۰	۲۴/۵ - ۱۲/۲ kW/m ۱۵/۰ - ۱۰/۰ kW/m	خاک همزن* (لقمه های ۱-۸ cm) هرس دوار (چنگه دوار) کارنده ها
۲/۴ - ۱/۱ ۵/۲ - ۳/۱ ۳/۹ - ۱/۱	۰/۸۰ - ۰/۴۵ هر ردیف هر ردیف ۱/۸ - ۱/۱ ۱/۶ - ۱/۰	ردیف کار (فاصله ردیف ۱ m) با ضمیمه کودپاشی خطی کار ادوات مواد شیمیایی
۶/۵ - ۴/۴ ۰/۰۴ - ۰/۰۲ ۰/۰۴ - ۰/۰۲ ۳/۱ - ۰/۰۹	۷/۳ - ۵/۱ ۰/۰۲ kW ۲ - ۰/۷ kW ۱/۲ - ۰/۰۳	NH ₃ کار سم پاشی (۱-۸ cm)** کودافشان کودپاش
		داشت
۳/۳ - ۱/۶ ۴/۸ - ۲/۴ ۲/۴ - ۱/۳	۱/۲ - ۰/۰۶ ۱/۸ - ۰/۰۹ ۰/۰۹ - ۰/۰۴	وجین کن (پنجه) کم عمق عمیق (۸cm) وجین کن دوار
انرژی یا کار kW.hr/ha	توان محور انتقال نیرو kW/m	
۶/۱ - ۴/۴	۴/۹ - ۳/۶	برداشت غلات ردیف کن** کماینها** بردارنده محصولات خاص پنبه چین
۱۸/۴ - ۱۲/۹	۱۱/۲ - ۷/۵	(هر چین، ردیف ها ۱ m) غوزه چین**
۴/۱ - ۲/۸ ۱۸/۴ - ۱۳/۸ ۴/۱ - ۲/۸ ۱۰/۵ - ۷/۰ ۱۳/۸ - ۸/۳	۲/۲ - ۱/۵ ۵/۲ - ۳/۷ ۲/۲ - ۱/۵ ۳/۰ - ۱/۵ ۳/۵ - ۲/۲ kN	(ردیف ها ۱ m) سرزن چغندر (ردیف ها ۵۶cm)** (ردیف ها ۱ m) چغندر کن (ردیف ها ۵۶cm)** سیب زمینی کن (ردیف ها ۱ m)**

*مقاومت غلشی منفی دارد.

** شامل مقاومت غلشی وسیله یا بی‌نورد نیست.

توضیح: مقاومت غلشی عبارت است از مقاومتی که زمین در مقابل حرکت ماشین‌های کشاورزی کششی ایجاد می‌کند که در این صورت مثبت است. در حالی که در ماشین‌هایی مانند خاک همزن یا ادوات خاک‌ورزی بی‌تی. او گرد که به حرکت ماشین کمک می‌کند، مقاومت غلشی منفی در نظر گرفته می‌شود.

مثال ۲-۱۲: نیروی مالبندی لازم جهت کشیدن یک کولتیواتور مزرعه‌ای با عرض کاری ۳/۵ متر را با توجه به نیروی ویژه آن ۳ kN/m می‌باشد محاسبه کنید. $F = 3 \times 3/5 = 10/5 \text{ kN}$

۱۲-۳- شاخص مزرعه‌ای ماشین‌های کشاورزی

دورزدن در انتهای دو سر مزرعه یا گوشه‌های آن باعث ایجاد افت زمانی در کار می‌گردد که مقدار افت زمانی، به‌خصوص، در مزارع کوچک قابل توجه است. بدون توجه به نوع حرکت ماشین در مزرعه، مقدار کل دورزدن‌ها نسبت به واحد سطح برای عرض داده شده یک ماشین کشاورزی، با طول مزرعه نسبت عکس دارد. برای نشان دادن چگونگی تناسب عملیات ردیف‌کاری در یک مزرعه، استفاده از عاملی پیشنهاد می‌گردد که به آن شاخص مزرعه‌ای ماشین‌های کشاورزی گفته می‌شود. این شاخص به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$I_{Fm} = \frac{Te}{Te + Tr} \quad (12-6)$$

که در آن داریم:

$$I_{Fm} = \text{شاخص مزرعه‌ای ماشین (بدون بعد)}$$

$$Te = \text{زمان مؤثر عملیات}$$

$$Tr = \text{زمان دورزدن}$$

مثال ۳-۱۲: برای کاشت یک نوع ذرت از یک ردیف کار ۴ ردیفه استفاده گردید. سرعت کار ماشین ۴/۵ کیلومتر در ساعت و طول زمین ۱۰۰ متر بود. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که زمان دورزدن در انتهای زمین ۱۸ ثانیه می‌باشد. شاخص مزرعه‌ای بذر کار فوق چه میزان است؟
حل: داریم

$$Tr = 18 \text{ s}$$

$$v = 4/5 \text{ km/h} \Rightarrow 4/5 \times \frac{1000}{3600} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 1/25 \text{ m/s}$$

زمان مسافت

$$\text{m} \quad \text{s}$$

$$1/25 \quad 1$$

زمان مؤثر طی طول مزرعه $x = 8 \text{ s}$

$$I_{Fm} = \frac{8}{8 + 18} = 0/82 \quad \text{مقدار شاخص مزرعه‌ای ردیف کار مورد استفاده}$$

۴-۱۲- تلفات محصول هنگام برداشت غلات با کمباین

مجموعه تلفات محصول هنگام برداشت با کمباین را می‌توان در ۵ بند زیر خلاصه کرد :

۱- تلفات ریزش (قبل از برداشت)

۲- تلفات در چرخ و فلک و شانه کمباین (دماغه کمباین)

۳- تلفات در قسمت کوبنده کمباین

۴- تلفات در قسمت جداکننده کمباین

۵- تلفات در قسمت انتهای کمباین

تلفات قبل از برداشت یا تلفات ریزش عبارت است از تلفاتی که قبل از ورود کمباین به مزرعه پدید می‌آید، مثل دانه‌هایی که بر اثر باد بر روی زمین ریخته شده، یا بر اثر خوابیدگی (ورس) محصول، خمیده شدن ساقه یا وضعیت نامساعد هوا بر روی زمین می‌ریزند. اگر چه این نوع ضایعات محصول مربوط به ماشین نمی‌باشند اما معمولاً در مرحله برداشت مورد توجه قرار می‌گیرند. سایر موارد تلفات محصول به شرح زیر می‌باشند.

— **تلفات در دماغه کمباین:** این تلفات هنگامی پدید می‌آید که دماغه کمباین به طور صحیح کار نمی‌کند یا محصول در حالتی است که به آسانی می‌ریزد. برخی از علل معمول تلفات دانه در سکوی درو عبارتند از :

۱- ریزش دانه‌ها در اثر عمل شانه برش (سرعت زیاد شانه)

۲- از دست رفتن مقداری از دانه‌ها به علت نامناسب بودن سرعت شانه برش (سرعت کم شانه)

۳- مقداری از محصول را در اثر کم بودن ارتفاع شانه برش در جلوی آن می‌ریزند.

۴- برخی از دانه‌ها به علت زیاد بودن سرعت پیش‌روی کمباین بر زمین می‌ریزند.

۵- مقداری از محصول به سبب شکسته بودن و خرابی تیغه یا انگشتی درو نشده در زمین باقی

می‌ماند.

— **تلفات در قسمت کوبنده:** که ناشی از علل زیر می‌باشد :

۱- دانه کوبیده نشده از طریق غربال کاه‌پران به خارج منتقل می‌شود.

۲- دانه به سبب کوبیده شدن مکرر شکسته است.

۳- دانه در اثر برگشت‌های مکرر به کوبنده شکسته می‌شود.

— **تلفات در جداکننده‌ها:** تلفات در جداکننده‌ها و غربال کاه‌پران معمولاً به علت تغذیه بیش از

حد آن‌ها که خود ناشی از سرعت کم کوبنده و فاصله زیاد ضد کوبنده در هنگامی که سرعت پیش‌روی کمباین زیاد است به وجود می‌آید.

زیاد بودن مقدار مواد بر روی جداکننده و غربال کاه‌پران از خروج دانه از لابلای کاه، عبور از منافذ غربال و جداکننده و سقوط آن به داخل کفشک تمیز کننده جلوگیری می‌کند.

— تلفات در انتهای کمباین (تمیزکننده‌ها): تلفات در این بخش ممکن است ناشی از دلایل زیر باشد:

- ۱- جریان هوای بیش از حد بادبزن که سبب انتقال دانه و کلش از روی کفشک به خارج کمباین می‌شود.
- ۲- بیش از اندازه بودن مقدار مواد بر روی غربال کلش باعث جلوگیری از افتادن دانه بر روی غربال دانه شده و جریان هوای بادبزن نمی‌تواند کاه و کلش را از روی غربال کلش بزدايد.
- ۳- تنظیم غلط غربال کلش و غربال دانه: این مسئله سبب می‌شود که دانه نتواند از منافذ غربال‌ها که به اندازه کافی بزرگ نیستند عبور کند از این‌رو دانه یا همراه کاه و کلش از عقب کمباین خارج می‌گردد یا این که همراه با کزل برای کوبیده شدن مجدد روانه کوبنده‌ها می‌شود و کوبیده شدن مکرر دانه سبب شکستن آن می‌شود.

طرز اندازه‌گیری و محاسبه تلفات کمباین محصولات دانه‌ریز و سویا

برای تعیین تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین روش‌های متفاوتی به کار می‌رود. در زیر، مثالی از محاسبات مورد نیاز برای تعیین تلفات یک کمباین نمونه ذکر می‌شود.

مثال ۴-۱۲: یک کمباین خودرو با عرض دماغه ۵ متری که با فاصله ردیف کاشت ۷۶۰ میلی‌متر سویا را برداشت می‌کند، قبل از شروع برداشت با کمباین، نواری به طول ۱ متر و عرض ۷ ردیف را در مزرعه به صورت تصادفی انتخاب می‌کنیم. این نوار باید دور از حاشیه مزرعه انتخاب شود. کلیه خوشه‌ها و دانه‌هایی را که در داخل این نوار روی زمین افتاده‌اند، جمع‌آوری می‌کنیم. سایر مواد باقی‌مانده را نیز از روی زمین برمی‌داریم کمباین را چند متر قبل از رسیدن به ابتدای این نوار تمیز شده به راه می‌اندازیم و با رسیدن شانه برش به ابتدای نوار، توقف می‌کنیم. ظرفی زیر عقب کمباین نصب می‌کنیم تا مواد تخلیه شده از عقب کمباین، در موقع برداشت این نوار تمیز شده بر روی ظرف ریخته شود و مانع ریزش آن‌ها بر روی زمین گردد. سپس به حرکت خود ادامه می‌دهیم تا شانه برش از تمام مساحت نوار تمیز شده گذشته، محصول را درو کند. سپس کمباین را متوقف و صبر می‌کنیم تمام مواد داخل کمباین از کلیه قسمت‌ها عبور کند و از کمباین خارج شود. پس از آن کمباین را به طرف عقب می‌بریم. اتلاف شانه برش شامل لوبیاهای جدیدی می‌شود که در منطقه تمیز شده ریخته شده‌اند و نیز غلاف‌هایی که هنوز به کلش‌ها متصل هستند. با فاصله کمی، در پایین مزرعه

مسافتی به طول ۱۰ متر به موازات خطوط کشت را برای آزمایش عملکرد خالص محصول، علامت‌گذاری و جدا می‌کنیم با عبور شانه برش از خط شروع این ناحیه، ظرفی را در زیر دهانه خروجی بالا بردانه در داخل مخزن دانه قرار می‌دهیم و سپس به برداشت محصول ادامه می‌دهیم. پس از عبور کمباین از خط پایانی این ناحیه ظرف را برمی‌داریم. مشاهده می‌شود که مواد تخلیه شده از عقب کمباین در نواری به عرض ۲ متر روی زمین ریخته شده‌اند. به طول ۲ متر در ناحیه آزمایش تخلیه، دانه‌هایی را که روی زمین ریخته شده‌اند، جمع‌آوری می‌کنیم، غلاف‌هایی که هنوز به کلس‌ها متصل‌اند شامل دانه‌های جمع‌آوری شده در این مرحله نمی‌شود. ارقام زیر به‌دست آمده‌اند:

۱- وزن دانه‌های جمع شده از نوار تمیز شده، ۲۰ گرم.

۲- وزن دانه‌های آزاد جمع‌آوری شده از نوار تمیز شده پس از عبور شانه برش ۲۵ گرم.

۳- وزن دانه‌های جدا شده از غلاف‌های به‌دست آمده از کلس‌های باقی مانده از ناحیه تمیز شده، پس از عبور شانه برش از این ناحیه، ۵۰ گرم؛

۴- وزن دانه‌هایی که در داخل مخزن جمع‌آوری شده‌اند، ۱۲ کیلوگرم.

۵- وزن دانه‌های آزاد جمع‌آوری شده از ناحیه آزمایش مواد تخلیه شده در سطح ۲×۲ متر، ۴۰ گرم.

۶- وزن دانه‌های جدا شده از غلاف‌های تخلیه شده (غلاف‌هایی را که روی کلس‌ها قرار گرفته‌اند شامل نمی‌شوند)، ۱۰ گرم.

اتلاف ریزش به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{0.02 \text{ kg}}{1 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 37.6 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

اتلاف شانه برش به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\frac{(0.025 + 0.05) \text{ kg}}{1 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 141 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

اتلاف کوبیدن نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{0.01 \text{ kg}}{2 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 9.4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

وزن کل دانه‌های جمع‌آوری شده از ناحیه مواد تخلیه شده بر روی زمین = ۴۰ گرم اتلاف ریزش را کسر کنید (علامت منفی به نشانه کسر کردن)

$$\frac{20}{1 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times (2 \text{ m})^2 = -15 \text{ g}$$

دانه‌های آزاد شانه برش را کسر کنید :

$$\frac{0.025 \text{ kg}}{1 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times (2 \text{ m})^2 = 18 / 8 \text{ g}$$

وزن خالص دانه‌ها برای اتلاف جدا کردن :

$$40 \text{ g} - (15 \text{ g} + 18 / 8 \text{ g}) = 6 / 2 \text{ g}$$

اتلاف جدا کردن

$$\frac{0.0062 \text{ kg}}{(2 \text{ m})^2} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 15 / 5 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

عملکرد خالص یا عملکرد مخزن

$$\frac{12 \text{ kg}}{10 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 2256 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

عملکرد ناخالص مزرعه

$$37 / 6 + 141 + 9 / 4 + 15 / 5 + 2256 = 2460 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

بازده ماده‌ای

$$\frac{2256}{2460} = 0.917$$

تلفات به دست آمده بر حسب درصد عملکرد ناخالص محاسبه می‌شود :

$$\frac{37 / 6}{2460} = 1 / 53 \% \quad \text{ریزش :}$$

$$\frac{141}{2460} = 5 / 73 \% \quad \text{شانه برش :}$$

$$\frac{9 / 4}{2460} = 0 / 38 \% \quad \text{کوبیدن :}$$

$$\frac{15 / 5}{2460} = 0 / 63 \% \quad \text{جدا کردن :}$$

روشن است که اتلاف شانه برش بیش از حد می‌باشد و شانه برش باید بیشتر پایین برده شود، حتی اگر گهگاه روی خاک حرکت کند. به این ترتیب حتی اگر نیمی از اتلاف شانه برش باقی بماند، جبران خسارت وارد شده به شانه برش را خواهد کرد.

خودآزمایی

- ۱- منظور از عملکرد یک ماشین کشاورزی چیست؟
- ۲- بازده مزرعه‌ای را تعریف کنید.
- ۳- ظرفیت مزرعه‌ای و ظرفیت ماده‌ای را توضیح دهید.
- ۴- نقش فرمان‌گیری ماشین و شکل مزرعه را در بازده مزرعه‌ای توضیح دهید.
- ۵- شاخص مزرعه‌ای را تعریف کرده و عوامل مؤثر فرمول آن را توضیح دهید.
- ۶- تلفات در قسمت کوبنده کمباین به چه دلایلی رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.
- ۷- ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای یک دستگاه دیسک به عرض کار $2/5m$ با بازده مزرعه‌ای 90% که با سرعت 8 km/h کار می‌کند، چند هکتار در ساعت است؟
- ۸- ظرفیت مؤثر ماده‌ای یک دستگاه خردکنی علوفه دو ردیفه با فاصله 75 cm که با سرعت 3 km/h و بازده 60% در مزرعه‌ای با عملکرد 20 t/ha کار می‌کند، چقدر است؟

واژه نامه

A		Drum mower	دروگر دوار استوانه‌ای
Auger	ماریج		
Air blast burner	شعله افکن	F	
Agricultural Mechanization		Fertilizer Distributor	کودپاش دورانی
	مکانیزاسیون کشاورزی	Fertilizing Machinery	ماشین کوددهی
Aircraft Sprayer	هواپیمای سمپاشی	Fertilizer applicator	کودکار
B		Flail Mower	دروگر چکشی
Boom Sprayer	سم پاش تراکتوری (تیرافشانکی)	Forage Harvester chopper	علوفه خردکن
Baler	ماشین بسته بندی علوفه	G	
		Gas Fertilizer Distributor	
C			ماشین تزریق کود گازی
Chopper	علوفه خردکن	Grain Harvester	ماشین برداشت غلات
Chisel	تیغه قلمی	H	
Corn Picker	ذرت چین	Harrow	چنگه
Corn Harvester	ماشین برداشت ذرت	Harvester	ماشین برداشت
Combine Harvester	کمباین برداشت	Hay Conditioner	ساقه کوب علوفه
Cotton Harvester	ماشین برداشت پنبه	Husker	پوست کن
Cotton Stripper	ماشین غوزه چین	M	
Corn Husker	ذرت پوست کن	Machine	ماشین
Cotton Picker	ماشین پنبه چین	Manure Spreader	کودپاش کود دامی
Coeditioner	ساقه کوب	Mower	دروگر
Cultivator	پنجه	Mower Conditioner	دروساقه کوب
Cornsheller	ذرت دانه کن	Mower Binder	درو دسته بند
Cultivate	به هم زدن خاک	Motor Mower	دروگر موتوردار
Cutter Mower	دروگر شاخه‌ای	Mulching	پخش بقایای گیاهی در سطح خاک
D			
Disk mower	دروگر دوار بشقابی		

O

Operator manual کتابچه راهنمای

P

Parallel Bar Rake شانه موازی

Potato Shaker Digger سیب زمینی کن لرزان

Potato Elerator Digger سیب زمینی کن نقاله‌ای

Potato Combine ماشین برداشت کمباین سیب زمینی

Potato Spinner سیب زمینی کن دوار

Potato Spinner سیب زمینی کن دوار

Pretopper برگ زن چغندر

R

Rotary Cultivator پنجه دوار

Rolling Cultivator پنجه غلتان

Rotary thinner تنک کن دوار

Round Baler بسته‌بند استوانه‌ای

Rectanguler Baler بسته‌بند مکعبی

Rake شانه

Reaper درو ردیف کن

Rotary Mower دروگر دوار

S

Sheller دانه کن

Straw Cutter گاه خردکن

Snapper ذرت کن

Shovel تیغه پهن دو سر - بیلچه

Sprayer سم پاش

Sugar Beet Harvester ماشین برداشت چغندر قند

Suger Beet Pickup loader بردارنده بارکن چغندر

Sugar Beet Lifter چغندرکن ساده

Sugar Beet Combine کمباین چغندر قند

Sweep تیغه پنجه غازی

T

Thinning machine - Thinner تنک کن

Thresher خرمن کوب

Topper ماشین سرزن یا طوقه زن چغندر

W

Weed control machines ماشین کنترل علف‌های هرز

Windrower درو ردیف کن

Wheel rake شانه چرخ‌چی

منابع مورد استفاده داخلی

- ۱- تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، منصوری‌راد، داود، جلد دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۱۳۷۲.
- ۲- مدیریت تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، بهروزی لار، منصور، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.
- ۳- ماشین‌های برداشت غلات و سایر دانه‌های گیاهی، تألیف مهندس مدرس رضوی، مجتبی، تاریخ انتشارات سال ۱۳۷۵.
- ۴- ماشین‌های کشاورزی، ده‌پور، محمد باقر، ۱۳۷۸.
- ۵- کتب ماشین‌های کشاورزی، چاپ و انتشار وزارت آموزش و پرورش.
- ۶- کتب و جزوات ماشین‌های کشاورزی، چاپ و انتشار وزارت کشاورزی.
- ۷- محاسبات فنی تخصصی، چاپ و انتشار وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۸۱.

منابع خارجی

- 1- Farm Machinery and Equipment by Haris Pearson Smith Lambert Henry Wilks, 6th ed. Mc Graw-Hill 1976.
- 2-Combine Fundamentals of Machine operation FMO - 1987 John Deere Co.

