

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 گاواهن‌ها، 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 شالیزاری 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 :

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

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	گاواهن‌برگردان	۸۸-۷۴	۵-۹
	چنگه بشقابی	۹۰-۷۷	۶-۱۰
	چنگه فنری یا دندان‌ه میخی	۸۳-۶۵	۶-۱۲
	پنجه خاک‌ورزی (کولتیواتور)		
	مزرعه‌ای)	۹۰-۷۵	۶-۹
کاشت	ردیف کار با کودپاش	۷۸-۵۵	۷-۱۰
	غله کار با کودپاش	۸۰-۶۵	۵-۱۰
	کودافشان	۷۰-۶۵	۷-۱۰
	سیب‌زمینی کار	۸۰-۵۵	۹-۱۲
داشت	پنجه ردیفی	۹۰-۶۸	۳-۹
	پنجه دوار	۸۸-۸۰	۹-۱۰
	سم پاش	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
	ساقه خردکن 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	سوسلر (زیرشکن) زهکش گاواهن کششی گاواهن هیدرولیکی (سوار شونده) گاواهن بشقابی کششی گاواهن بشقابی هیدرولیکی (سوار شونده)	۲۵/۰ هکتار در ساعت عمق ۸/۰ متر ۷/۰ کیلومتر در ساعت عمق ۵/۰ متر ۸/۰ هکتار در ساعت هر خیش عمق ۲/۰ متر ۱/۰ هکتار در ساعت هر خیش عمق ۲/۰ متر ۸/۰ هکتار در ساعت هر بشقاب عمق ۲/۰ متر ۷/۰ هکتار در ساعت هر بشقاب عمق ۲/۰ متر
گاواهن شخم سطحی	برگردان‌دار بشقابی	۸/۰ هکتار در ساعت هر خیش عمق ۱/۰ متر ۶/۰ هکتار در ساعت هر بشقاب عمق ۱/۰ متر
چنگه بشقابی (دیسک)	دورذیفه (تاندوم) افست	۴/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار عمق ۷/۰ متر ۴/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار عمق ۹/۰ متر
پنجه (کولتیواتور)		۳۳/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار عمق ۱/۰ متر
چنگه دندان میخی (هرس)		۳۳/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار عمق ۹/۰ متر
غلنک		۲۵/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار —
علف‌کن و سله‌شکن دوار		۱۸/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار عمق ۷/۰ متر
خطی کار		۲/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار —
بذرپاش	معمولی گریز از مرکز	۵/۰ هکتار در ساعت بر متر عرض کار — ۳ هکتار در ساعت —
کودپاش دامی	۴۰ تن در هکتار	۴/۰ هکتار در ساعت
کود پخش‌کن دامی	۳ تن در هکتار	۱ هکتار در ساعت
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	۷/۰ هکتار در ساعت
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 علوفه (بیلر)	با چگالی متوسط	۱ هکتار در ساعت

همان گونه 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 یدک کشی 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 طولیل 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- فرمان‌گیرایی (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 کارکردن 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 ۱۲-۱ 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 راندها پائینی برخوردار است لذا $e = 0/68$ انتخاب می‌شود:

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

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 پیش روی آن و ظرفیت مزرعه ای نقش اساسی را ایفا می کنند. به عنوان مثال برای تعیین توان مالبندی لازم برای کشیدن یک گاواهن 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 گاواهن بر حسب کیلووات

جمله $c_1 + c_2 v^2$ در حقیقت نیروی کششی لازم بر واحد سطح شیار شخم را بر حسب نیوتن بر سانتی متر مربع نشان می دهد.

w = عرض کار گاواهن بر حسب

متر است.

d = عمق شخم بر حسب سانتی متر

می باشد.

c_1 و c_2 = ضرایب ثابت که به نوع

خاک بستگی دارند.

v = سرعت شخم بر حسب کیلومتر

بر ساعت است.

برای خاک های رسی سیلتی $c_1 = 4/8$ ، $c_2 = 0/024$
 برای خاک های سیلت شنی $c_1 = 3$ ، $c_2 = 0/056$
 برای خاک های لوم شنی $c_1 = 2/8$ ، $c_2 = 0/013$
 برای خاک های لومی $c_1 = 3$ ، $c_2 = 0/021$
 برای خاک های لومی رسی $c_1 = 6$ ، $c_2 = 0/053$
 برای خاک های شنی $c_1 = 2$ ، $c_2 = 0/013$
 مقادیر فوق الذکر برای زمین با رطوبت گاورو می باشد

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

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

در این رابطه داریم :

c = ظرفیت مزرعه ای مؤثر بر حسب هکتار بر ساعت

e = بازده مزرعه ای گاواهن

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

$$P_{db} = \frac{c \times d}{3/6e} (c_1 + c_2 \frac{100 \times c^2}{w^2 \times e^2}) \quad (12-5)$$

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

جدول ۱۲-۳- نیروی ویژه و انرژی مورد نیاز کشش ماشین های مزرعه در سرعت $4/8 \frac{km}{hr}$		
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	خاک های سبک
۲۵/۸ - ۱۴/۶	۹/۵ - ۵/۳	خاک های متوسط
۴۶/۱ - ۲۲/۱	۱۶/۶ - ۸/۵	خاک های سنگین
		گاو آهن بشقابی یک محوری (عمق کار ۱۳cm - ۸)
۱۶/۲ - ۷/۴	۵/۸ - ۲/۶	پشته ساز، زمین سخت (فاصله پشته ها ۱m)
۱۲/۵ - ۴/۸	۱۶/۶ - ۵/۸	زیر شکن (فاصله تیغه ها ۲m)
۱۲ - ۷/۲	۲۶/۳ - ۱۶	خاک های سبک هر خیش ۱۶ - ۲۶/۳
۱۵/۷ - ۱۰/۱	۳۶/۵ - ۲۳/۳	خاک های متوسط هر خیش ۲۳/۳ - ۳۶/۵
۳۱/۳ - ۱۲/۲	۱۱/۷ - ۴/۴	ماله گاو آهن قلمی
۳۶/۹ - ۸/۱	۱۳/۱ - ۲/۹	(عمق کار ۲۳cm - ۱۸)
۱۲ - ۲/۴	۴/۴ - ۰/۹	پنجه خاک ورزی (کولتیواتور مزرعه ای) (عمق کار ۲۳cm - ۱۸)
		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	۸۰٪ - ۱۵۰٪ وزن	دو زانویی سنگین
۲/۴ - ۰/۷	۰/۹ - ۰/۳	هرس دندان میخی
۱۲/۲ - ۲/۱	۴/۴ - ۱/۰	هرس دندان فتری
۴/۸ - ۱/۵	۱/۸ - ۰/۵	علف کن
۲/۴ - ۰/۷	۰/۹ - ۰/۳	غلثک و فشارنده

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

*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

$$Tr = 18s$$

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

زمان مسافت

$$m \quad s$$

$$1/25 \quad 1$$

$$100 \quad x = 80s \quad \text{زمان مؤثر طی طول مزرعه}$$

$$I_{Fm} = \frac{80}{80 + 18} = 0/82 \quad \text{مقدار شاخص مزرعه‌ای ردیف کار مورد استفاده}$$

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 به‌طور 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 بادبزنی 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 بادبزنی 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، علامت گذاری و جدا می کنیم با عبور شانه برش از خط شروع این ناحیه، ظرفی را در زیر دهانه خروجی بالابر دانه در داخل مخزن دانه قرار می دهیم و سپس به برداشت محصول ادامه می دهیم. پس از عبور کمباین از خط پایانی این ناحیه ظرف را برمی داریم. مشاهده می شود که مواد تخلیه شده از عقب کمباین در نواری به عرض ۲ متر روی زمین ریخته شده اند. به طول ۲ متر در ناحیه آزمایش تخلیه، دانه هایی را که روی زمین ریخته شده اند، جمع آوری می کنیم، غلاف هایی که هنوز به کلش ها متصل اند شامل دانه های جمع آوری شده در این مرحله نمی شود. ارقام زیر به دست آمده اند :

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

۲- وزن دانه های آزاد جمع آوری شده از نوار تمیز شده پس از عبور شانه برش ۲۵ گرم.

۳- وزن دانه های جدا شده از غلاف های به دست آمده از کلش های باقی مانده از ناحیه تمیز شده، پس از عبور شانه برش از این ناحیه، ۵۰ گرم؛

۴- وزن دانه هایی که در داخل مخزن جمع آوری شده اند، ۱۲ کیلوگرم.

۵- وزن دانه های آزاد جمع آوری شده از ناحیه آزمایش مواد تخلیه شده در سطح ۲×۲ متر، ۴۰ گرم.

۶- وزن دانه های جدا شده از غلاف های تخلیه شده (غلاف هایی را که روی کلش ها قرار گرفته اند شامل نمی شوند)، ۱۰ گرم.

اتلاف ریزش به صورت زیر محاسبه می شود :

$$\frac{0.02 \text{ kg}}{1 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times \frac{1000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 37 / 6 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

اتلاف شانه برش به صورت زیر محاسبه می گردد :

$$\frac{(0.025 + 0.05) \text{ kg}}{1 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times \frac{1000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 141 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

اتلاف کوبیدن نیز به صورت زیر محاسبه می شود :

$$\frac{0.01 \text{ kg}}{2 \text{ m} \times 5 / 32 \text{ m}} \times \frac{1000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} = 9 / 4 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

وزن کل دانه های جمع آوری 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 برحسب 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 $75cm$ 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	مارپیچ		
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
		Flail Mower	دروگر چکشی
B		Forage Harvester chopper	علوفه خردکن
Boom Sprayer	سم پاش تراکتوری (تیرافشانکی)		
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		
Corn Picker	ذرت چین	H	
Corn Harvester	ماشین برداشت ذرت	Harrow	چنگه
Combine Harvester	کمباین برداشت	Harvester	ماشین برداشت
Cotton Harvester	ماشین برداشت پنبه	Hay Conditioner	ساقه کوب علوفه
Cotton Stripper	ماشین غوزه چین	Husker	پوست کن
Corn Husker	ذرت پوست کن		
Cotton Picker	ماشین پنبه چین	M	
Coeditioner	ساقه کوب	Machine	ماشین
Cultivator	پنبه	Manure Spreader	کودپاش کود دامی
Cornsheller	ذرت دانه کن	Mower	دروگر
Cultivate	به هم زدن خاک	Mower Conditioner	دروساقه کوب
Cutter Mower	دروگر شاخه‌ای	Mower Binder	درو دسته بند
		Motor Mower	دروگر موتوردار
D		Mulching	پخش بقایای گیاهی در سطح خاک
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

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 بسته بند استوانه‌ای

Rectanguler Baler بسته بند مکعبی

Rake شانه

Reaper درو ردیف کن

Rotary Mower دروگر دوار

S

Sheller دانه کن

Straw Cutter کاه 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 بار کن چغندر

Sugar Beet Lifter چغندر کن 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 چرخ‌ی

منابع مورد استفاده داخلی

- ۱- تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، منصوری راد، 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.

