فصل دوازدهم

ظرفیت و عملکرد ماشین در کشاورزی

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

۱ــ ظرفیت مزرعه‌ای ماشین را تعریف و محاسبه نماید.

۲ــ ظرفیت ماده‌ای ماشین را تعریف و محاسبه نماید.

۳ــ شاخص مزرعه‌ای ماشین‌های کشاورزی را تعریف و محاسبه نماید.

۴ــ چگونگی تنظیم خطی کار برای ریزش مقدار معینی بذر در واحد سطح را توضیح دهد.

۵ــ مقدار تلفات محصول در کمباین را توضیح دهد.

۶ــ توان مورد نیاز ادوات کشاورزی را محاسبه کند.

۷ــ مقدار بذر در هکتار را محاسبه کند.

۱۲ــ ظرفیت و عملکرد ماشین در کشاورزی

۱ــ۱۲ــ ظرفیت ماشین

کمیت و کیفیت عملیات انجام شده به‌وسیلهٔ یک ماشین کشاورزی در واقع معیار عملکرد ماشین می‌باشد و منظور از عملکرد یک ماشین کشاورزی مقدار کار انجام شده به‌وسیلهٔ 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 رابطهٔ زیر به دست می‌آید :

$$C = \frac{vwe}{۱۰} \qquad (۱۲ــ۱)$$

۱ــ 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 ۱ــ۱۲ 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.

رابطهٔ ۱ــ۱۲ برای تعیین ظرفیت مزرعه‌ای ماشین‌هایی نظیر گاوآهن‌ها، دیسک‌ها، بذرکارها و غیره به‌کار 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 به‌دست آمده در هکتار می‌باشد. به‌عنوان 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 ۲ــ۱۲ ظرفیت مزرعه‌ای یا عملکرد تعدادی از ماشین‌های کشاورزی ارائه شده است.

با واردکردن عملکرد محصول در واحد سطح در صورت کسر معادله ۱ــ۱۲ می‌توان رابطه‌ای برای ظرفیت واقعی ماده‌ای به‌صورت زیر به‌دست آورد :

$$M = \frac{vwey}{۱۰} \qquad (۱۲ــ۲)$$

که در آن داریم :

M = ظرفیت ماده‌ای برحسب واحد محصول بر ساعت

y = عملکرد محصول برحسب واحد محصول بر هکتار

جدول ۱ــ۱۲ــ دامنه بازده‌های مزرعه‌ای و سرعت‌های کار ادوات کشاورزی			
عملیات	نام دستگاه	بازده مزرعه‌ای٪	سرعت کار km/hr
خاک‌ورزی	گاوآهن‌برگردان	۸۸ــ۷۴	۹ــ۵
	چنگه بشقابی	۹۰ــ۷۷	۱۰ــ۶
	چنگه فنری یا دندانه میخی	۸۳ــ۶۵	۱۲ــ۶
	پنجه خاک‌ورزی (کولتیواتور مزرعه‌ای)	۹۰ــ۷۵	۹ــ۶
کاشت	ردیف کار با کودپاش	۷۸ــ۵۵	۱۰ــ۷
	غله کار با کودپاش	۸۰ــ۶۵	۱۰ــ۵
	کودافشان	۷۰ــ۶۵	۱۰ــ۷
	سیب‌زمینی‌کار	۸۰ــ۵۵	۱۲ــ۹
داشت	پنچه ردیفی	۹۰ــ۶۸	۹ــ۳
	پنجه دوار	۸۸ــ۸۰	۱۰ــ۹
	سم پاش	۸۰ــ۵۵	۱۰ــ۷
	کودکار	۶۵ــ۶۰	۹ــ۶
	کودپاش	۹۰ــ۶۰	۱۰ــ۶
برداشت	درو ساقه‌ساز	۹۵ــ۸۰	۹ــ۵
	جارو (ریک)	۸۹ــ۶۲	۹ــ۶
	مکعب‌بند	۸۰ــ۶۵	۱۰ــ۵
	استوانه‌بند	۵۰ــ۴۰	۱۹ــ۵
	خردکن علوفه (چاپر)	۷۵ــ۵۰	۱۰ــ۶
	کمباین (چین‌کوب غلات)	۹۰ــ۶۳	۸ــ۳
	ذرت‌چین	۷۰ــ۵۵	۶ــ۳
	ردیف‌ساز	۸۵ــ۷۵	۱۰ــ۶
	کمباین سیب‌زمینی	۹۰ــ۵۰	۶ــ۳
	پنبه‌چین	۹۰ــ۶۵	۵ــ۳
	ساقه خردکن دوار، دروگر	۸۵ــ۶۵	۱۰ــ۶

جدول ۲ــ۱۲ــ ظرفیت مزرعه‌ای یا عملکرد ماشین‌های کشاورزی رایج

نوع ماشین		نوع کار	ظرفیت یا عملکرد مزرعه‌ای ماشین
گاوآهن‌ها	سوسلز (زیرشکن)	عمق ۰/۸ متر	۰/۲۵ هکتار در ساعت
	زهکش	عمق ۰/۵ متر	۰/۷ کیلومتر در ساعت
	گاوآهن کششی	عمق ۰/۲ متر	۰/۰۸ هکتار در ساعت هر خیش
	گاوآهن هیدرولیکی (سوار شونده)	عمق ۰/۲ متر	۰/۱ هکتار در ساعت هر خیش
	گاو آهن بشقابی کششی	عمق ۰/۲ متر	۰/۰۸ هکتار در ساعت هر بشقاب
	گاو آهن بشقابی هیدرولیکی (سوار شونده)	عمق ۰/۲ متر	۰/۰۷ هکتار در ساعت هر بشقاب
گاو آهن شخم سطحی	برگردان‌دار	عمق ۰/۱ متر	۰/۰۸ هکتار در ساعت هر خیش
	بشقابی	عمق ۰/۱ متر	۰/۰۶ هکتار در ساعت هر بشقاب
چنگه بشقابی (دیسک)	دوردیفه (تاندوم)	عمق ۰/۰۷ متر	۰/۴ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
	افست	عمق ۰/۰۹ متر	۰/۴ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
پنجه (کولتیواتور)		عمق ۰/۱ متر	۰/۳۳ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
چنگه دندانه میخی(هرس)		عمق ۰/۰۹ متر	۰/۳۳ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
غلتک		ــ	۰/۲۵ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
علف‌کن و سله‌شکن دوار		عمق ۰/۰۷ متر	۰/۱۸ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
خطی‌کار		ــ	۰/۲ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
بذرپاش	معمولی	ــ	۰/۵ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
	گریز از مرکز	ــ	۳ هکتار در ساعت
کودپاش دامی		۴۰ تن در هکتار	۰/۴ هکتار در ساعت
کود پخش‌کن دامی		۳ تن در هکتار	۱ هکتار در ساعت
کمباین غلات	یدک‌کش ۱/۲ متر عرض کار		۱ تن در ساعت
	یدک‌کش ۱/۸ متر عرض کار		۱/۵ تن در ساعت
	یدک کش ۲/۴ متر عرض کار		۲/۵ تن در ساعت
	خودرو ۱/۸ متر عرض کار (۲۵ اسب)		۱/۳ تن در ساعت
	خودرو ۲/۴ متر عرض کار (۴۰ اسب)		۲/۵ تن در ساعت
	خودرو ۲/۸ متر عرض کار (۶۰ اسب)		۴ تن در ساعت
	خودرو ۳ متر عرض کار (۸۰ اسب)		۵ تن در ساعت
	خودرو ۳/۶ متر عرض کار (۱۲۰ اسب)		۸ تن در ساعت
	خودرو ۴/۲ متر عرض کار (۱۵۰ اسب)		۱۰ تن در ساعت
کمباین چغندر قند		یک ردیفه	۰/۰۷ هکتار در ساعت
سرزن چغندر قند			۰/۲ هکتار در ساعت
دروگر (موور)			۰/۵ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
ردیف‌کن (ریک)			۰/۶ هکتار در ساعت بر متر عرض کار
بسته‌بند علوفه (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 :

۱ــ زمان آماده‌سازی ماشین (شامل بیرون آوردن از گاراژ، برگرداندن به آن).

۲ــ زمان بردن ماشین به مزرعه و برگشت.

۳ــ زمان آماده‌سازی ماشین در مزرعه، قبل و بعد از انجام کار (شامل زمان سرویس روزانه، آماده‌سازی برای یدک‌کشی و غیره).

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

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

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

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

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

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

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

همهٔ 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 حساب‌زمان‌های مرده خارج می‌کنند و بیشتر بندهای ۴ تا ۹ را در محاسبهٔ بازده مزرعه‌ای وارد می‌کنند.

ذکر این نکته نیز ضروری است که طویل 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 :

۱ــ 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 به‌بار خواهد آورد.

۲ــ فرمان گیرایی (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.

۳ــ 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.

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

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

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

۷ــ 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.

۸ــ 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 به‌وسیله ظرفیت سایر عملیات مجموعه محدود شود.

مثال ۱ــ۱۲: 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 ۱ــ۱۲ داریم :

$$C = \frac{vwe}{۱۰} = \frac{۴/۵ \times ۳ \times e}{۱۰}$$

همان‌گونه که از رابطهٔ بالا مشخص است، ظرفیت واقعی به بازده مزرعه‌ای بستگی دارد. از جدول ۱ــ۱۲ 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 محدودهٔ فوق را می‌توان برگزید. در این مسئله فرض می‌گردد پنجه ردیفی فوق از راندمان پایینی برخوردار است لذا $e = ۰/۶۸$ انتخاب می‌شود :

$$C = \frac{۴/۵ \times ۳ \times ۰/۶۸}{۱۰} = ۰/۸۸۰ \ ha/hr$$ ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای پنجه ردیفی

۲ــ۱۲ــ 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 معادلهٔ زیر پیشنهاد شده است :

$$P_{db} = \frac{w \times d}{۳۶}(c_۱ + c_۲ v^۲)v \qquad (۱۲ــ۳)$$

که در آن داریم :

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

جمله $c_۱ + c_۲ v^۲$ 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.

$c_۲$ و $c_۱$ = ضرایب ثابت که به نوع خاک بستگی دارند.

- برای خاک‌های رسی سیلتی $c_۱ = ۴/۸$ ، $c_۲ = ۰/۰۲۴$
- برای خاک‌های سیلت شنی $c_۱ = ۳$ ، $c_۲ = ۰/۰۵۶$
- برای خاک‌های لوم شنی $c_۱ = ۲/۸$ ، $c_۲ = ۰/۰۱۳$
- برای خاک‌های لومی $c_۱ = ۳$ ، $c_۲ = ۰/۰۲۱$
- برای خاک‌های لومی رسی $c_۱ = ۶$ ، $c_۲ = ۰/۰۵۳$
- برای خاک‌های شنی $c_۱ = ۲$ ، $c_۲ = ۰/۰۱۳$
- مقادیر فوق‌الذکر برای زمین با رطوبت گاورو می‌باشد

v = سرعت شخم برحسب کیلومتر بر ساعت است.

برای تعیین v رابطه زیر پیشنهاد شده است که در حقیقت از رابطه۱ــ۱۲ به دست می‌آید :

$$v = \frac{۱۰ \times c}{w \times e} \qquad (۱۲ــ۴)$$

در این رابطه داریم :

c = ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برحسب هکتار بر ساعت

e = بازده مزرعه‌ای گاوآهن

بنابراین با قراردادن v در معادله ۳ــ۱۲ خواهیم داشت :

$$P_{db} = \frac{c \times d}{۳/۶e}\left(c_۱ + c_۲ \frac{۱۰۰c^۲}{w^۲ \times e^۲}\right) \qquad (۱۲ــ۵)$$

در جدول ۳ــ۱۲ نیروی ویژه و انرژی مورد نیاز ادوات کشاورزی مختلف، متناسب با شرایط کار آن‌ها داده شده است.

جدول ۳ــ۱۲ــ نیروی ویژه و انرژی مورد نیاز کشش ماشین‌های مزرعه در سرعت $۴/۸\frac{km}{hr}$

نوع ماشین	نیروی کشیدنی، نیرو بر واحد عرض kN/m	انرژی یا کار kW.hr/ha
ادوات خاک ورزی		
گاو آهن، برگردان یا بشقابی (عمق کار ۱۸cm)		
خاک‌های سبک	۶/۳ ــ ۳/۲	۱۷/۵ ــ ۸/۷
خاک‌های متوسط	۹/۵ ــ ۵/۳	۲۵/۸ ــ ۱۴/۶
خاک‌های سنگین	۱۶/۶ــ۸/۵	۴۶/۱ ــ ۲۲/۱
گاوآهن بشقابی یک محوری (عمق کار ۱۳cmــ ۸)	۵/۸ــ۲/۶	۱۶/۲ــ۷/۴
پشته‌ساز، زمین سخت (فاصله پشته‌ها ۱m)	۱۶/۶ ــ۵/۸	۱۲/۵ ــ۴/۸
زیرشکن (فاصله تیغه‌ها ۲m)		
خاک‌های سبک	هر خیش ۱۶ــ ۲۶/۳	۱۲ ــ۷/۲
خاک‌های متوسط	هر خیش ۲۳/۳ــ ۳۶/۵	۱۵/۷ ــ۱۰/۱
ماله	۱۱/۷ ــ۴/۴	۳۱/۳ ــ۱۲/۲
گاو آهن قلمی (عمق کار ۲۳cmــ ۱۸)	۱۳/۱ ــ ۲/۹	۳۶/۹ــ۸/۱
پنجه خاک‌ورزی (کولتیواتور مزرعه‌ای) (عمق کار ۲۳cmــ۱۸)	۴/۴ ــ۰/۹	۱۲ ــ۲/۴
چنگه بشقابی (دیسک)		
یک زانویی	۱/۵ ــ۰/۷	۴/۰ ــ۲/۰
دو زانویی سبک	۲/۶ ــ۱/۵	۷/۴ ــ۴/۰
دو زانویی سنگین	۸۰٪ ــ۱۵۰٪ وزن	۱۲ــ۹ ــ۷/۴
هرس دندانه میخی	۰/۹ ــ۰/۳	۲/۴ ــ۰/۷
هرس دندانه فنری	۴/۴ــ۱/۰	۱۲/۲ ــ۲/۱
علف‌کن	۱/۸ ــ ۰/۵	۴/۸ ــ۱/۵
غلتک و فشارنده	۰/۹ ــ۰/۳	۲/۴ ــ۰/۷

دنبالهٔ جدول ۳ــ۱۲		
نوع ماشین	نیروی کشیدنی، نیرو بر واحد عرض kN/m	انرژی یا کار kW.hr/ha
خاک همزن*		
(لقمه‌های ۱۰cm ــ۸)	۲۴/۵ ــ ۱۲/۲ kW/m	۵۱/۶ ــ ۲۵/۸
هرس دوار (چنگه دوار)	۱۵/۰ ــ ۱۰/۰ kW/m	۳۰/۰ ــ ۲۰/۰
کارنده‌ها		
ردیف‌کار (فاصله ردیف ۱m)	هر ردیف ۰/۴۵ ــ ۰/۸۰	۲/۴ ــ ۱/۱
با ضمیمه کودپاشی	هر ردیف ۱/۱ ــ ۱/۸	۵/۲ ــ ۳/۱
خطی کار	۱/۶ ــ ۱/۰	۳/۹ ــ ۱/۱
ادوات مواد شیمیایی		
کار NH_3	۷/۳ ــ ۵/۱	۶/۵ ــ ۴/۴
سم‌پاشی(۸۰cm ــ ۱۰) **	۰/۲ kW	۰/۰۴ ــ ۰/۰۲
کودافشان	۲ ــ ۰/۷ kW	۰/۴ ــ ۰/۲
کودپاش	۱/۲ ــ ۰/۳	۳/۱ ــ ۰/۹
داشت		
وجین کن (پنجه)		
کم‌عمق	۱/۲ ــ ۰/۶	۳/۳ ــ ۱/۶
عمیق (۸cm)	۱/۸ ــ ۰/۹	۴/۸ ــ ۲/۴
وجین کن دوار	۰/۹ ــ ۰/۴	۲/۴ ــ ۱/۳
	توان محور انتقال نیرو kW/m	انرژی یا کار kW.hr/ha
برداشت غلات		
ردیف‌کن **	۴/۹ ــ ۳/۶	۶/۱ ــ ۴/۴
کمباین‌ها **		
بردارنده محصولات خاص		
پنبه‌چین		
(هر چین، ردیف‌ها ۱m)	۱۱/۲ ــ ۷/۵	۱۸/۴ ــ ۱۲/۹
غوزه‌چین **		
(ردیف‌ها ۱m)	۲/۲ ــ ۱/۵	۴/۱ ــ ۲/۸
سرزن چغندر (ردیف‌ها ۵۶cm)**	۵/۲ ــ ۳/۷	۱۸/۴ ــ ۱۳/۸
(ردیف‌ها ۱m)	۲/۲ ــ ۱/۵	۴/۱ــ۲/۸
چغندرکن (ردیف‌ها ۵۶cm)**	۳/۰ ــ ۱/۵	۱۰/۵ ــ ۷/۰
سیب‌زمینی‌کن (ردیف‌ها ۱m)**	۳/۵ ــ ۲/۲ kN	۱۳/۸ ــ ۸/۳

*مقاومت غلتشی منفی دارد.

** شامل مقاومت غلتشی وسیله یا پی‌نورد نیست.

توضیح : مقاومت غلتشی 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 پی.تی.او گرد که به حرکت ماشین کمک می‌کند،مقاومت غلتشی منفی در نظر گرفته می‌شود.

مثال ۲ــ۱۲ : نیروی مالبندی لازم جهت کشیدن یک کولتیواتور مزرعه‌ای با عرض کاری ۳/۵ متر را با توجه به نیروی ویژه آن $3kN/m$ می‌باشد محاسبه کنید. $F = ۳ \times ۳/۵ = ۱۰/۵kN$

۳ــ۱۲ــ 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 به‌صورت زیر بیان می‌گردد :

$$I_{Fm} = \frac{Te}{Te + Tr} \qquad (۱۲ــ۶)$$

که در آن داریم :

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

Te = زمان مؤثر عملیات

Tr = زمان دورزدن

مثال ۳ــ۱۲: 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

$Tr = ۱۸s$

$v = ۴/۵ km/h \Rightarrow ۴/۵ \times \frac{۱۰۰۰}{۳۶۰۰}(\frac{m}{s}) = ۱/۲۵ m/s$

مسافت	زمان
m	s
۱/۲۵	۱
۱۰۰	$x = ۸۰s$ زمان مؤثر طی طول مزرعه

$I_{Fm} = \frac{۸۰}{۸۰+۱۸} = ۰/۸۲$ مقدار شاخص مزرعه‌ای ردیف کار مورد استفاده

۴ــ۱۲ــ تلفات محصول هنگام برداشت غلات با کمباین

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

۱ــ تلفات ریزش (قبل از برداشت)

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

۳ــ تلفات در قسمت کوبنده کمباین

۴ــ تلفات در قسمت جداکننده کمباین

۵ــ 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 مرحلهٔ برداشت مورد توجه قرار می‌گیرند. سایر موارد تلفات محصول به شرح زیر می‌باشند.

ــ **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 :

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

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

۳ــ مقداری از محصول را در اثر کم‌بودن ارتفاع شانهٔ برش در جلوی آن می‌ریزند.

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

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

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

۱ــ دانهٔ کوبیده نشده از طریق غربال کاه‌پران به خارج منتقل می‌شود.

۲ــ دانه به سبب کوبیده شدن مکرر شکسته است.

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

ــ **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 فاصلهٔ زیاد ضدکوبنده در هنگامی که سرعت پیش‌روی کمباین زیاد است به‌وجود 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.

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

۱ــ جریان هوای بیش از حد بادبزن که سبب انتقال دانه و کلش از روی کفشک به خارج کمباین می‌شود.

۲ــ 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 بزداید.

۳ــ 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 روانهٔ 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 ۴ــ۱۲: 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 ۷ردیف 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 دهانهٔ خروجی بالابر دانه 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 کلش‌ها متصل‌اند شامل دانه‌های جمع‌آوری شده در این مرحله نمی‌شود. ارقام زیر به‌دست آمده‌اند :

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

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

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

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

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

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

اتلاف ریزش به صورت زیر محاسبه می‌شود :

$$\frac{۰/۰۲۰\text{kg}}{۱\text{m}\times ۵/۳۲\text{m}}\times\frac{۱۰۰۰۰\text{m}^۲}{۱\text{ha}}=۳۷/۶\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

اتلاف شانه برش به صورت زیر محاسبه می‌گردد :

$$\frac{(۰/۰۲۵+۰/۰۵)\text{kg}}{۱\text{m}\times ۵/۳۲\text{m}}\times\frac{۱۰۰۰۰\text{m}^۲}{۱\text{ha}}=۱۴۱\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

اتلاف کوبیدن نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود :

$$\frac{۰/۰۱\text{kg}}{۲\text{m}\times ۵/۳۲\text{m}}\times\frac{۱۰۰۰۰\text{m}^۲}{۱\text{ha}}=۹/۴\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

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

$$\frac{۲۰}{۱\text{m}\times ۵/۳۲\text{m}}\times(۲\text{m})^۲=-۱۵\text{g}$$

دانه‌های آزاد شانه برش را کسر کنید :

$$\frac{۰/۰۲۵\text{kg}}{۱\text{m}\times۵/۳۲\text{m}}\times(۲\text{m})^{۲}=-۱۸/۸\text{g}$$

وزن خالص دانه‌ها برای اتلاف جدا کردن :

$$۴۰\text{g}-(۱۵\text{g}+۱۸/۸\text{g})=۶/۲\text{g}$$

اتلاف جدا کردن

$$\frac{۰/۰۰۶۲\text{kg}}{(۲\text{m})^{۲}}\times\frac{۱۰۰۰۰\text{m}^{۲}}{۱\text{ha}}=۱۵/۵\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

عملکرد خالص یا عملکرد مخزن

$$\frac{۱۲\text{kg}}{۱۰\text{m}\times۵/۳۲\text{m}}\times\frac{۱۰۰۰۰\text{m}^{۲}}{۱\text{ha}}=۲۲۵۶\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

عملکرد ناخالص مزرعه

$$۳۷/۶+۱۴۱+۹/۴+۱۵/۵+۲۲۵۶=۲۴۶۰\frac{\text{kg}}{\text{ha}}$$

بازدهٔ ماده‌ای

$$\frac{۲۲۵۶}{۲۴۶۰}=۰/۹۱۷$$

تلفات به دست آمده برحسب درصد عملکرد ناخالص محاسبه می‌شود :

ریزش : $\frac{۳۷/۶}{۲۴۶۰}=٪۱/۵۳$

شانه‌برش : $\frac{۱۴۱}{۲۴۶۰}=٪۵/۷۳$

کوبیدن : $\frac{۹/۴}{۲۴۶۰}=٪۰/۳۸$

جدا کردن : $\frac{۱۵/۵}{۲۴۶۰}=٪۰/۶۳$

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 شانهٔ برش باقی بماند، جبران خسارت وارد شده به شانه برش را خواهد کرد.

خودآزمایی

۱ــ منظور از عملکرد یک ماشین کشاورزی چیست؟

۲ــ بازدهٔ مزرعه‌ای را تعریف کنید.

۳ــ ظرفیت مزرعه‌ای و ظرفیت ماده‌ای را توضیح دهید.

۴ــ نقش فرمان‌گیرایی ماشین و شکل مزرعه را در بازده مزرعه‌ای توضیح دهید.

۵ــ شاخص مزرعه‌ای را تعریف کرده و عوامل مؤثر فرمول آن را توضیح دهید.

۶ــ تلفات در قسمت کوبنده کمباین به چه دلایلی رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

۷ــ ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای یک دستگاه دیسک به عرض کار ۲/۵m با بازده مزرعه‌ای ۹۰٪ که با سرعت ۸km/h کار می‌کند، چند هکتار در ساعت است؟

۸ــ ظرفیت مؤثر ماده‌ای یک دستگاه خردکنی علوفه دو ردیفه با فاصله ۷۵cm که با سرعت ۳km/h و بازده ۶۰٪ در مزرعه‌ای با عملکرد ۲۰t/ha کار می‌کند، چقدر است؟

واژه نامه

A

Auger	مارپیچ
Air blast burner	شعله‌افکن
Agricultural Mechanization	مکانیزاسیون کشاورزی
Aircraft Sprayer	هواپیمای سمپاشی

B

Boom Sprayer	سم‌پاش تراکتوری (تیرافشانکی)
Baler	ماشین بسته‌بندی علوفه

C

Chopper	علوفه خردکن
Chisel	تیغه قلمی
Corn Picker	ذرت‌چین
Corn Harvester	ماشین برداشت ذرت
Combine Harvester	کمباین برداشت
Cotton Harvester	ماشین برداشت پنبه
Cotton Stripper	ماشین غوزه‌چین
Corn Husker	ذرت پوست کن
Cotton Picker	ماشین پنبه‌چین
Coeditioner	ساقه کوب
Cultivator	پنجه
Cornsheller	ذرت‌دانه کن
Cultivate	به هم زدن خاک
Cutter Mower	دروگر شاخه‌ای

D

Disk mower	دروگر دوار بشقابی
Drum mower	دروگر دوار استوانه‌ای

F

Fertilizer Distributor	کودپاش دورانی
Fertilizing Machinery	ماشین کوددهی
Fertilizer applicator	کودکار
Flail Mower	دروگر چکشی
Forage Harvester chopper	علوفه خردکن

G

Gas Fertilizer Distributor	ماشین تزریق کود گازی
Grain Harvester	ماشین برداشت غلات

H

Harrow	چنگه
Harvester	ماشین برداشت
Hay Conditioner	ساقه کوب علوفه
Husker	پوست کن

M

Machine	ماشین
Manure Spreader	کودپاش کود دامی
Mower	دروگر
Mower Conditioner	دروساقه کوب
Mower Binder	درو دسته‌بند
Motor Mower	دروگر موتوردار
Mulching	پخش بقایای گیاهی در سطح خاک

O

Operator manual	کتابچه راهنمای

P

Parallel Bar Rake	شانه موازی
Potato Shaker Digger	سیب زمینی‌کن لرزان
Potato Elerator Digger	سیب‌زمینی‌کن نقاله‌ای
Potato Combine	ماشین برداشت کمباین سیب‌زمینی
Potato Spinner	سیب‌زمینی‌کن دوار
Potato Spinner	سیب‌زمینی‌کن دوار
Pretopper	برگ زن چغندر

R

Rotary Cultivator	پنجه دوار
Rolling Cultivator	پنجه غلتان
Rotary thinner	تنک‌کن دوار
Round Baler	بسته‌بند استوانه‌ای
Rectanguler Baler	بسته‌بند مکعبی
Rake	شانه
Reaper	درو ردیف‌کن
Rotary Mower	دروگر دوار

S

Sheller	دانه کن
Straw Cutter	کاه خردکن
Snapper	ذرت کن
Shovel	تیغه پهن دو سر ــ بیلچه
Sprayer	سم‌پاش
Sugar Beet Harvester	ماشین برداشت چغندرقند
Suger Beet Pickup loader	بردارنده بارکن چغندر
Sugar Beet Lifter	چغندرکن ساده
Sugar Beet Combine	کمباین چغندرقند
Sweep	تیغه پنجه غازی

T

Thinning machine - Thinner	تنک کن
Thresher	خرمن‌کوب
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 استفادهٔ داخلی

۱ــ تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، منصوری‌راد، داود، جلد دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۱۳۷۲.

۲ــ مدیریت تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، بهروزی‌لار، منصور، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.

۳ــ ماشین‌های برداشت غلات و سایر دانه‌های گیاهی، تألیف مهندس مدرس رضوی، مجتبی، تاریخ انتشارات سال ۱۳۷۵.

۴ــ ماشین‌های کشاورزی، ده‌پور، محمد باقر، ۱۳۷۸.

۵ــ کتب ماشین‌های کشاورزی، چاپ و انتشار وزارت آموزش و پرورش.

۶ــ کتب و جزوات ماشین‌های کشاورزی، چاپ و انتشار وزارت کشاورزی.

۷ــ محاسبات فنی تخصصی، چاپ و انتشار وزارت آموزش و پرورش، ۱۳۸۱.

منابع خارجی

1- Farm Machinery and Epuipment by Haris Pearson Smith Lambert Henry Wilks, 6thed. Mc Graw-Hill 1976.

2-Combine Funbamentals of Machine operation FMO - 1987 John Deere Co.