

ارزیابی روشهای مختلف برداشت برنج در استان گیلان

حسین حسن جانی*، مریم حسینی**، نصرت .. خادم الحسینی*** و محمدرضا علیزاده****

چکیده

برنج یکی از مهمترین غلات پرمصرف ایران است و نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی دارد. با توجه به جمعیت کشور و برای جلوگیری از واردات برنج، کاهش ضایعات در مرحله برداشت ضروری است. چون برداشت به روش دستی موجب تأخیر در برداشت محصول و مصادف شدن با بارانهای آخر فصل و افزایش ضایعات برنج می شود. لذا به نظر می رسد با مکانیزه کردن برداشت برنج این عملیات تسریع شده و ضایعات کاهش یابد. چون انتخاب روش برداشت بستگی به عوامل مختلف منطقه دارد برای هر منطقه باید روشهای مختلف برداشت در شرایط یکسان مقایسه شوند. برای توصیه بهترین روش برداشت در استان گیلان، روشهای برداشت (دستی، دروگر و کمباین) به عنوان تیمارهای آزمایش و چهار شهر مختلف استان به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. پارامترهای ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر، درصد ضایعات کل، درصد ضایعات درو و جمع‌آوری محصول، تعداد کارگر مورد نیاز و هزینه‌های برداشت تعیین شدند. نتایج نشان داد که تفاوت درصد ضایعات کل در بین تیمارها در سطح پنج درصد و سایر عوامل در سطح یک درصد معنی‌دار بود ($P < 0/01$). ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر در برداشت با دروگر بیشتر از روشهای دیگر بود. کمترین درصد ضایعات کل مربوط به برداشت با کمباین (۱/۹۲ درصد) بود. هزینه‌های برداشت به روش دستی ۹۵/۱ برابر برداشت با کمباین و ۲/۲۴ برابر هزینه برداشت با دروگر بود. در روش دستی ۹۸/۳ درصد هزینه‌های برداشت مربوط به مرحله درو و جمع‌آوری محصول بود. در زمین‌هایی که عملیات یکپارچه کردن اراضی انجام شده استفاده از کمباین و در سایر اراضی با مساحت کمتر استفاده از دروگر توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: برداشت برنج، دروگر، کمباین، ضایعات، هزینه‌ها

* - کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، گیلان - ایران

** - پژوهشیار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، گیلان - ایران (نویسنده مسئول مکاتبات: mhkossieni@gmail.com)

*** - استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، خوزستان - ایران

**** - پژوهشیار، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، گیلان - ایران

مقدمه

خشک کردن محصول نیز می‌شود. برداشت دستی علاوه بر پر هزینه بودن نیاز به وقت زیاد نیز دارد. بنابراین برای برداشت سریع با کمترین درصد ضایعات، مکانیزه شدن برداشت برنج ضروری است. انتخاب روش برداشت بستگی به سطح درآمد کشاورزان، مساحت مزرعه، سطح مکانیزاسیون و شرایط آب و هوایی منطقه دارد.

در بسیاری از کشورها روشهای مختلف برداشت برنج مقایسه و از نظر اقتصادی بررسی شده است و بهترین روش باتوجه به شرایط جوی منطقه، مساحت مزارع و وضعیت اقتصادی پیشنهاد شده است (۱۴ و ۴۲). در برخی کشورها نیز دروگرهای ارزان قیمت و سازگار با منطقه طراحی شده است (۲۰).

بررسی‌های اقتصادی برخی محققین در سیستم‌های مختلف تولید و برداشت نشان می‌دهد که بهترین گزینه برای برداشت، استفاده از کمابین هدفید است که علاوه بر سرعت برداشت و ضایعات کم، صرفه اقتصادی آن نیز زیاد است (۳۰). نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که اگرچه استقبال کشاورزان برای برداشت مکانیزه برنج کم است، ولی در صورت وجود دروگرهای ارزان قیمت حدود ۷۰ درصد کشاورزان به علت صرفه‌جویی در وقت، هزینه و کاهش ضایعات برداشت مکانیزه را ترجیح می‌دهند (۶).

تحقیقات نشان می‌دهد که اگرچه در بعضی مناطق هند نیروی کار بسیار ارزان برای برداشت برنج وجود دارد، ولی هزینه کل با در نظر گرفتن

برنج (*Oryza sativa*) از خانواده گندمیان و یکی از غلات اساسی مورد مصرف انسان است و نقش اساسی در تأمین امنیت غذایی ایران و جهان دارد. سطح زیرکشت برنج در ایران ۵۷۸ هزار هکتار است که ۲۰۰ هزار هکتار آن در استان گیلان می‌باشد (۱). باتوجه به افزایش جمعیت کشور و مصرف سرانه آن لازم است که ضایعات مرحله برداشت کاهش یابد. ضایعات مرحله برداشت به علت تأخیر در برداشت و همزمانی رسیدن محصول با باران است. بیشترین سطح زیرکشت برنج کشور (حدود ۷۵ درصد) در دو استان گیلان و مازندران است (۱). کشاورزان پس از رسیدن دانه‌ها به علت بارندگی آخر فصل در اولین فرصت اقدام به برداشت می‌کنند. چون به دلیل باران‌های شهریور ماه، علاوه بر ریزش دانه‌ها کیفیت محصول نیز کاهش می‌یابد، از طرفی امکان ورس ساقه‌های برنج نیز وجود دارد و در این حالت دانه‌ها قبل از برداشت از خوشه جدا شده و درصد ضایعات بیشتر می‌شود. ورس ساقه‌ها باعث تماس خوشه‌ها با زمین مرطوب و ریزش بیشتر دانه‌ها نیز می‌شود. همچنین هنگام برداشت ساقه‌های ورس شده به علت تردد کارگران درصد ضایعات بیشتر است. همچنین تعداد کارگر موردنیاز برای برداشت این مزارع بیشتر است و دستمزد کارگران در زمان برداشت حتی تا دو برابر نیز می‌رسد. هم‌زمان شدن برداشت محصول با باران علاوه بر ایجاد مشکلات مزبور، سبب هزینه‌های اضافی برای

راندمان مزرعه‌ای و سرعت پیشروی آن به ترتیب ۷۲ درصد و ۴/۰۴ کیلومتر بر ساعت است (۱۸). در کارلای هند دروگرهای مورد استفاده در برداشت برنج دارای موتورهایی با قدرت پنج اسب بخار بوده و یا به جلوی تراکتور و یا تیلر متصل می‌شوند (۲۳).

در پیچاج هند از دروگر ردیف‌کن‌های جلو سوار به تراکتور برای برداشت برنج استفاده می‌شود (۲۹).

هدف از انجام تحقیق حاضر مقایسه روشهای مختلف برداشت از نظر هزینه و درصد ضایعات با یکدیگر و معرفی بهترین روش برداشت به کشاورزان است.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۸۴ در مناطق مختلف استان گیلان به مدت یک سال زراعی انجام شد. طرح تحقیقاتی برای مقایسه روشهای مختلف برداشت در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار (روشهای برداشت) و چهار تکرار (مناطق مختلف استان) بر روی رقم خزر اجرا شد. مناطق مورد ارزیابی شامل: رودسر و آستانه اشرفیه در شرق، تالش در غرب و سنگر در جنوب استان گیلان و روشهای مختلف برداشت شامل برداشت دستی، برداشت با دروگر و برداشت با کمباین بودند.

در برداشت دستی، ساقه‌های برنج توسط کارگران با داس درو شده و روی باقیمانده ساقه‌ها قرار داده می‌شود تا خشک شود. سپس

ضایعات محصول نسبت به برداشت مکانیزه بیشتر است. برداشت مکانیزه ۲۳/۶ درصد کمتر از برداشت سنتی هزینه داشته و کیفیت نهایی محصول نیز مناسب‌تر است. البته قیمت نهایی محصول برنج که توسط دولت تعیین می‌شود تأثیر مستقیم بر هزینه‌ها دارد (۷).

در هنگام برداشت با ماشین‌های دروگر جدید با عرض کار سه متر، ساقه‌ها بر روی زمین رها شده و سپس به مزرعه انتقال داده می‌شود. این دروگر یک هکتار مزرعه را در چهار ساعت درو می‌کند و هزینه برداشت نسبت به روش دستی ۲۹/۶ درصد کمتر است (۳۶).

در کشور چین سطح مکانیزاسیون در مرحله برداشت برنج، در مناطق شمالی ۲۲/۷ و در مناطق جنوبی شش و به طور متوسط سطح برداشت مکانیزه برنج در کشور چین ۱۳/۹ درصد است. در ضمن، کمباین‌های برداشت برای مناطق شمالی مناسب می‌باشند و با اقلیم و شرایط خاک مناطق جنوبی سازگاری ندارند. چون به علت زیاد بودن رطوبت نسبی در مناطق جنوبی ضایعات برنج در برداشت مکانیزه زیاد است (۲۵). کشاورزان چینی برای برداشت برنج به کمباین‌های کوچک بیشتر رغبت دارند، زیرا هزینه نگهداری و سرویس این کمباین‌ها کمتر است. البته کمباین‌های مورد استفاده در برداشت برنج اختصاصی نبوده و باید با شرایط هر منطقه تغییراتی در آنها داده شود (۳۵).

نتایج یک بررسی نشان داده که ظرفیت مزرعه‌ای کمباین برنج ۱/۴ هکتار در ساعت و

در تماس با کوبنده دندان میخی کوبیده می‌شوند. بدین ترتیب دانه‌های شلتوک پس از غربال به وسیله یک هلیس عمودی وارد مخزن شده و در انتهای مخزن به داخل دو کیسه ۱۸ کیلوگرمی ریخته می‌شود. گاه نیز به وسیله زنجیر و انگشتی بر روی مزرعه ریخته می‌شود. مشخصات دو دستگاه مزبور در جدول (۱) ارایه شده است. در هر منطقه پس از انتخاب مزارع هر سه روش برداشت در شرایط یکسان مقایسه شدند و خصوصاتی نظیر ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای، درصد ضایعات مرحله درو، درصد ضایعات مرحله جمع‌آوری، درصد ضایعات کل، هزینه‌های برداشت، تعداد کارگر موردنیاز اندازه‌گیری شد.

جمع‌آوری و به صورت توده درآمده و توسط دستگاه خرمن‌کوب، شلتوک برنج از خوشه جدا و به انبار منتقل می‌شود (۲). در برداشت با دروگر از دروگر خودگردان مدل رخشاد ۱۲۰ ساخت ایران استفاده شد. ساقه‌های درو شده توسط دروگر به صورت حصیر بر روی ساقه‌های باقی‌مانده ریخته شده و پس از خشک شدن توسط کارگران جمع‌آوری و سپس خرمن‌کوبی شد. در برداشت با کمباین از کمباین هدفید مدل RX14000 ساخت شرکت دایدونگ کره استفاده شد. ساقه‌های درو شده توسط شانه برش کمباین به وسیله انگشتی‌ها و زنجیر به سیستم کوبنده منتقل و انتهای ساقه‌ها توسط زنجیر و نگهدارنده بالای آن محکم نگه داشته شده و فقط خوشه‌ها

جدول ۱ - مشخصات فنی دروگر و کمباین مورد استفاده در تحقیق

نام دستگاه	کشور	وزن (کیلوگرم)	ارتفاع برش (سانتی- متر)	عرض کار (متر)	قدرت موتور (اسب بخار)
دروگر خودگردان مدل رخشاد ۱۲۰	ایران	۱۲۰	۳۰-۳۵	۱/۲	۳/۵
RX14000 کمباین هدفید مدل	شرکت دایدونگ کره	۱۰۰۰	۳۰	۰/۸	۱۳/۰

ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای

جمع‌آوری شد. پس از کاهش رطوبت ضایعات به ۱۴ درصد وزن آنها تعیین و درصد ضایعات کل بل فرمول (۳) محاسبه شد:

$$H_1 = (W_{gt1} - W_{go}) * 100 / Y_g \quad (3)$$

در این معادله، H_1 ضایعات درو (درصد)، W_{gt1} ضایعات از شروع درو تا قبل از جمع‌آوری محصول (گرم)، W_{go} ضایعات قبل از برداشت (گرم) و Y_g عملکرد محصول در هر مترمربع (گرم) می‌باشد.

درصد ضایعات کل

شامل ضایعات قبل از برداشت تا پایان مرحله جمع‌آوری محصول است. لذا پس از خاتمه جمع‌آوری محصول ضایعات موجود در مزرعه با استفاده از پرتاب یک کادر با ابعاد یک مترمربع از نقاط مختلف مزرعه جمع‌آوری و وزن آن پس از کاهش رطوبت به ۱۴ درصد تعیین و درصد ضایعات کل برداشت از طریق فرمول (۴) محاسبه شد (۳):

$$H_2 = (W_{gt2}) * 100 / Y_g \quad (4)$$

در این معادله، H_2 درصد ضایعات کل برداشت، W_{gt2} ضایعات قبل از شروع درو تا خاتمه مرحله جمع‌آوری محصول (گرم) و Y_g عملکرد محصول در هر مترمربع (گرم) می‌باشد.

درصد ضایعات مرحله جمع‌آوری

کار انجام شده توسط یک ماشین در زمینه خاکورزی، کاشت، داشت و برداشت در مدت یک ساعت را ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای گویند و از رابطه (۱) محاسبه می‌شود (۳):

$$Ce = v.w. \eta_F / 10 \quad (1)$$

در این معادله، Ce ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای (هکتار در ساعت)، v سرعت پیشروی ماشین (کیلومتر در ساعت)، w عرض کار (متر) و η_F بازده مزرعه‌ای (درصد) می‌باشد.

سرعت پیشروی: نسبت مسافت طی شده به واحد زمان است و از طریق مسافت طی شده توسط دروگر و کمباین در مدت ۲۰ ثانیه برحسب کیلومتر بر ساعت محاسبه شد (۳).

بازده مزرعه‌ای نیز از طریق فرمول (۲)

محاسبه شد:

$$\eta_F = Te / Tt . 100 \quad (2)$$

در این معادله، η_F بازده مزرعه‌ای، Te زمان مفید انجام عملیات (ساعت) و Tt زمان کل انجام عملیات (ساعت) می‌باشد.

درصد ضایعات مرحله درو

ضایعات مربوط به مرحله برداشت از شروع درو تا قبل از مرحله جمع‌آوری محصول را شامل می‌باشد که در دو مرحله قبل از شروع برداشت و پس از خاتمه مرحله دروی محصول اندازه‌گیری شد. بدین منظور که در هر یک از مراحل فوق یک کادر با ابعاد یک مترمربع به طور تصادفی در نقاط مختلف کرت پرتاب و ضایعات داخل کادر

اقتصادی ماشین در اثر گذشت زمان است، که از روش خطی و از رابطه (۶) محاسبه شد :

$$AAD=(P-Vs)/Lu \quad (6)$$

AAD میانگین استهلاک سالیانه (هزار ریال بر ساعت)، P قیمت اولیه ماشین (هزار ریال)، Vs قیمت اسقاطی ماشین (هزار ریال) و Lu عمر مفید ماشین (سال) می باشد.

سود سرمایه، سرمایه یا پولی است که برای خرید ماشین یا در رابطه با آن صرف می شود. چون در این تحقیق استهلاک به روش خطی محاسبه شد، میزان بهره یا سود سرمایه از فرمول (۷) تعیین شد (۵):

$$I = (p + s)i/2 \quad (7)$$

در این فرمول، I سود سرمایه (هزار ریال بر سال)، p قیمت اولیه دستگاه (هزار ریال)، s قیمت اسقاطی (هزار ریال) و i نرخ بهره (درصد) می باشد.

نرخ بهره باتوجه به فروش اسقاطی ماشین براساس اعتبارات بانکی ۱۶ درصد منظور گردید (۵).

هزینه جایگاه نگهداری ماشین ۰/۷۵ درصد خرید اولیه ماشین در نظر گرفته شد.

بیمه: هزینه سالیانه بیمه ۰/۲۵ درصد قیمت خرید ماشین در نظر گرفته شد. برای ماشین های

ضایعات مربوط به مرحله جمع آوری محصول با استفاده از فرمول (۵) محاسبه شد (۳) :

$$H_3 = H_2 - H_1 \quad (5)$$

در این معادله، H₃ ضایعات مرحله جمع آوری (درصد)، H₂ ضایعات کل (درصد) و H₁ ضایعات مرحله درو (درصد) می باشد.

در مراحل مختلف برداشت (شامل حاشیه مزرعه، درو و جمع آوری محصول) تعداد کارگر برحسب نفر ساعت در هر هکتار برای هر سه روش برداشت محاسبه شد. قابل ذکر است که برای برداشت حاشیه مزرعه و حمل گونی ها در برداشت با کمباین نیز به کارگر نیاز می باشد.

هزینه های برداشت

هزینه های مربوط به برداشت یک هکتار شالیزار در مراحل مختلف برحسب هزار ریال محاسبه شد. هزینه های مربوط به مراحل برداشت حاشیه مزرعه، درو محصول، جمع آوری محصول، هزینه های ثابت و متغیر دستگاه و هزینه های ناشی از ضایعات هزینه های ثابت و متغیر کمباین و دروگر به شرح زیر محاسبه شد (۵):

به طور کلی هزینه های مربوط به ماشین های کشاورزی به دو قسمت عمده تقسیم بندی می شود : هزینه های ثابت : این هزینه ها به میزان کارکرد ماشین بستگی ندارد و شامل استهلاک، سود سرمایه، جایگاه نگهداری ماشین و بیمه و مالیات می باشد. استهلاک عبارت از کاهش در ارزش

(لیتر بر ساعت) و Ca ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای در انجام عملیات (هکتار زراعت) می‌باشد.
روغن : هزینه کلیه روان‌کننده‌ها تقریباً معادل ۱۰ تا ۱۵ درصد هزینه سوخت مصرفی است.
تعمیر و نگهداری : تعمیرات در ماشین‌های کشاورزی غالباً به دلیل فرسودگی‌های عادی در اثر کار کردن، تعمیرات به دلیل خسارت یا شکستگی‌های تصادفی، تعمیرات به دلیل غفلت یا ناآگاهی راننده و تعمیرات اساسی است. هزینه کل سرویس و نگهداری با استفاده از فرمول (۹) محاسبه شد (۵) :

$$Cm=W.K \quad (9)$$

در این فرمول، Cm هزینه کل سرویس، K تعداد ساعات کار برای انجام سرویس متناسب با ساعت کار ماشین و W هزینه هر ساعت انجام سرویس و نگهداری (هزار ریال) می‌باشد.
در سه روش برداشت داده‌های مربوط به هر یک از موارد مذکور برای هر تکرار جمع‌آوری و سپس با نرم‌افزار MSTATC تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها انجام و نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار EXCEL رسم شد.

کشاورزی میزان مالیات سالیانه معادل ۰/۰۲ تا ۰/۰۱ قیمت خرید در نظر گرفته می‌شود.
هزینه‌های متغیر یا کاربردی ماشین : هزینه‌های متغیر به میزان استفاده از ماشین بستگی دارد و هرچه از ماشین بیشتر استفاده شود این هزینه‌ها افزایش می‌یابد (۵). این هزینه‌ها شامل سوخت، روغن و تعمیر و نگهداری ماشین می‌باشد.

سوخت: میزان سوخت مصرفی برای دروگر و کمباین از روش توصیه شده براساس کد آزمایش ماشین‌های کشاورزی معروف به مخزن پر استفاده شد (۵). به این ترتیب که در شروع کار مخزن پر شده و بعد از مدت مشخصی مخزن توسط استوانه مدرج دوباره پر شده و بدین ترتیب میزان سوخت مصرفی برحسب لیتر در ساعت معین گردید.
پس از تعیین میزان سوخت مصرفی هزینه سوخت مصرفی از فرمول (۸) محاسبه شد (۵):

$$(PI*Qi)/Ca = Cs \quad (8)$$

در این فرمول، Cs هزینه سوخت مصرفی (هزار ریال بر هکتار)، PI قیمت سوخت مصرفی (هزار ریال بر لیتر)، Qi میزان سوخت مصرف شده

جدول ۲ - مقایسه میانگین متغیرهای مورد اندازه‌گیری به روش دانکن

روش برداشت	ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (هکتار بر ساعت)	ضایعات کل (درصد)	مرحله درو (درصد)	ضایعات مرحله جمع‌آوری (درصد)	تعداد کارگر موردنیاز (نفر ساعت در هر هکتار)	هزینه‌های کل برداشت (هزار ریال)
برداشت دستی	۰/۰۰۷ ^c	۲/۲۵ ^{ab}	۱/۰۱۵ ^b	۱/۱۳۰ ^b	۲۰۰/۸ ^a	۳۰۱۵/۲۰ ^a
برداشت با دروگر	۰/۲۸۰ ^a	۳/۰۵ ^a	۱/۱۷۰ ^a	۱/۸۸۸ ^a	۵۸/۶ ^b	۱۳۴۵/۶۶ ^c
برداشت با کمباین	۰/۰۹۹ ^b	۱/۹۲ ^c	-	۰/۰۰۰ ^c	۱۵/۱ ^c	۱۵۳۹/۰۰ ^b

نتایج و بحث

تفاوت سه روش برداشت از نظر ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر، ضایعات مرحله درو ضایعات مرحله جمع‌آوری، تعداد کارگر موردنیاز و هزینه‌ها معنی‌دار بود. ($P < 0/05$).

ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر مربوط به برداشت با دروگر بیشترین مقدار (۰/۲۸ هکتار در ساعت) و کمترین آن مربوط به برداشت به روش دستی (۰/۰۰۷ هکتار در ساعت) و ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر کمباین (۰/۰۹۹ هکتار در ساعت) بود (جدول ۲). سرعت پیشروی دروگر ۳/۱۳ کیلومتر در ساعت و راندمان مزرعه‌ای آن ۸۳ و برای کمباین سرعت پیشروی و راندمان مزرعه‌ای به ترتیب ۱/۹۳ و ۷۶/۵۳ درصد برآورد شد.

ضایعات کل در برداشت با دروگر بیشترین (۳/۰۵ درصد) و برداشت با کمباین کمترین مقدار (۱/۹۲ درصد) بود ($P < 0/05$).

در برداشت با کمباین ضایعات مرحله درو به تنهایی قابل محاسبه نیست. ضایعات مرحله درو در برداشت با دروگر ۱/۱۷۰ و در برداشت دستی ۱/۰۱۵ درصد بود.

در برداشت با کمباین ضایعات مرحله جمع‌آوری صفر است. ضایعات در برداشت دستی در مرحله جمع‌آوری ۱/۱۳۰ درصد و کمتر از ضایعات برداشت با دروگر (۱/۹ درصد) بود. در برداشت با ماشین، حاشیه مزرعه باید به روش دستی برداشت شود و به تعدادی کارگر نیاز است. مراحل مختلف برداشت شامل درو حاشیه مزرعه، درو مزرعه و جمع‌آوری محصول است. بیشترین تعداد کارگر موردنیاز مربوط به درو مزرعه در روش دستی با ۱۴۰/۸ و کمترین آن مربوط به دروگر با ۳/۶۳ (نفر ساعت در هر هکتار) بود. در برداشت دستی برای جمع‌آوری محصول ۶۰ و در برداشت با دروگر ۵۰ نفر ساعت در هر هکتار

کارگر نیاز است. ولی در برداشت با کمباین به کارگر برای جمع‌آوری محصول نیازی نیست و این مرحله توسط دستگاه انجام می‌شود (جدول ۳).
 بیشترین تعداد کارگر موردنیاز مربوط به روش دستی با ۲۰۰/۸ و کمترین مربوط به برداشت کمباین با ۱۵/۱ نفر ساعت در هر هکتار بود. هزینه‌های برداشت برای مراحل مختلف به تفکیک محاسبه شد. هزینه ناشی از ضایعات در برداشت با دروگر بیشترین مقدار بود (جدول ۴). هزینه‌های ثابت و متغیر کمباین بیشتر از دروگر بود. در مرحله درو و جمع‌آوری بیشترین هزینه‌ها مربوط به روش دستی و کمترین مربوط به برداشت با کمباین بود. دستمزد کارگر در مرحله درو و جمع‌آوری محصول ۱۲۰۰۰۰ ریال در هر روز منظور شد. بیشترین هزینه‌ها مربوط به روش دستی و کمترین آن مربوط به برداشت با کمباین بود.

جدول ۳ - تعداد کارگر (نفر ساعت در هر هکتار) موردنیاز برای عملیات برداشت محصول در روشهای مختلف

شرح عملیات	برداشت دستی	برداشت با دروگر	برداشت با کمباین
درو حاشیه مزرعه	-	۵/۰۰	۵/۰
درو مزرعه	۱۴۰/۸	۳/۶۳	۱۰/۱
جمع‌آوری محصول	۶۰/۰	۵۰/۰۰	-
کل	۲۰۰/۸	۵۸/۶۰	۱۵/۱

جدول ۴ - هزینه‌های کل برداشت (هزار ریال) یک هکتار مزرعه شالیزاری در روشهای مختلف

شرح عملیات	برداشت دستی	برداشت با دروگر	برداشت با کمباین
برداشت حاشیه مزرعه	-	۶۰/۰۰	۶۰
مرحله درو	۲۱۸۴/۲	۵۸۳/۶۹	۱۰۵۰
جمع‌آوری محصول	۷۸۰/۰	۵۳۵/۰۰	-

۴۴	۵۸/۰۰	۵۱/۰	هزینه ناشی از ضایعات
۴۴۵	۱۰۸/۹۷	-	هزینه‌های ثابت و متغیر ماشین
۱۵۳۹	۱۳۴۵/۶۶	۳۰۱۵/۲	کل

با دروگر بیشتر از سایر روشها بوده و نشان می‌دهد تلفات زمانی در هنگام کار با دروگر بسیار کمتر است و دروگر با سرعت و راندمان بیشتری قادر به برداشت یک هکتار مزرعه می‌باشد. علت این است که عرض کار و سرعت پیشروی آن بیشتر است. نتایج بررسی‌های سایر محققان نیز این موضوع را تأیید می‌کند که ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای در برداشت با دروگر بیشتر از دو روش دیگر است (۱۱، ۲۱، ۲۸، ۴۲ و ۴۷). ضایعات کل در برداشت با کمباین کمتر از روش دستی و دروگر است. بیشترین ضایعات کل مربوط به برداشت با دروگر می‌باشد. ضایعات مرحله درو و جمع‌آوری محصول نیز در برداشت با دروگر بیش از سایر روشها می‌باشد.

در روش دستی درو توسط کارگر انجام می‌شود و کارگران ساقه‌ها را با دقت به وسیله داس برش می‌زنند و دقت می‌شود که خوشه‌ها با زمین و یا سایر ساقه‌ها برخورد نکنند. سپس ساقه‌های برش خورده با یکی از ساقه‌ها به هم گره زده می‌شوند و با دقت بر روی سایر ساقه‌ها قرار می‌گیرند تا خشک شوند. هنگام قرار دادن ساقه‌ها بر روی هم دقت کافی صورت می‌گیرد تا دانه‌های کمتری ریزش کنند. جمع‌آوری محصول در روش دستی نیز به وسیله کارگران انجام می‌شود و چون خوشه‌های برش خورده با زمین

یکی از پارامترهای انتخاب روش برداشت ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر است. با استفاده از این پارامتر بازدهی روش و توان موردنیاز برای انجام برداشت محاسبه می‌شود و می‌توان بهترین و کارآمدترین روش را باتوجه به شرایط مزرعه انتخاب کرد. ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر تابعی از عرض کار، سرعت پیشروی و زمان تلف شده است و هرچه مقدار آن بیشتر باشد دلیل بر زیاد بودن راندمان مفید است. هنگام کار با دروگر و کمباین استفاده از عرض کامل ماشین غیرممکن است و همیشه مقداری همپوشانی وجود دارد، میزان همپوشانی به عواملی مانند سرعت پیشروی، شرایط سطح زمین و مهارت راننده بستگی دارد. همچنین اگر عملکرد محصول نیز بسیار زیاد باشد، ماشین برداشت قادر نیست با تمام عرض خود (حتی در صورت پیشروی حداقل سرعت) کار کند. حداکثر سرعت پیشروی مجاز به عوامل اقلیمی، عملیات زراعی، قدرت دستگاه و مهارت راننده بستگی دارد. زمان تلف شده نیز به عمر دستگاه، شکل هندسی زمین، چگونگی انجام عملیات توسط راننده و شرایط آب و هوایی بستگی دارد. بنابراین راندمان مزرعه‌ای به شدت تحت تأثیر شرایط منطقه و سطح آموزش کاربران و خدمات ارائه شده برای ماشین‌ها است. با در نظر گرفتن کلیه این عوامل و ارزیابی یکسان روشهای برداشت، ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر برداشت

در زمین‌های باتلاقی که دارای زهکش مناسب نیستند موجب افزایش درصد ضایعات می‌شود (۱۱). در این زمین‌ها سرعت پیشروی و راندمان مزرعه‌ای نیز کاهش می‌یابد. همچنین نداشتن کلاچ کناری برای دور زدن و هدایت مناسب دروگر باعث برش غیریکنواخت ساقه‌ها و آسیب رسیدن به خوشه‌ها می‌شود. به این دلایل هنگام درو با دروگر و جمع‌آوری محصول آن درصد ریزش نسبت به برداشت دستی و کمباین بیشتر است. سایر محققان نیز بیشتر بودن درصد ریزش در هنگام برداشت با دروگر را گزارش کرده‌اند (۴، ۱۶، ۲۲، ۳۵ و ۴۸). در بسیاری از کشورها دروگرهایی طراحی کرده‌اند که متناسب با خاک مزارع منطقه است و عرض کار و در نتیجه راندمان مزرعه‌ای آن بیشتر و درصد ریزش نیز بسیار کمتر است (۳۶). همچنین دروگرهایی با قدرت موتور بیشتر و مجهز به چرخ‌های انتقال ساقه برنج ساخته شده که ریزش هنگام درو کاهش یافته و ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر آن بیشتر است (۱۵).

در برداشت با کمباین درصد ضایعات کل از دو روش دیگر بسیار کمتر است. برداشت با دروگر $1/58$ و روش دستی نیز حدود $0/85$ برابر بیشتر از برداشت با کمباین ضایعات دارند. زیرا

در برداشت با کمباین مرحله درو و جمع‌آوری و خرمن‌کوبی با هم انجام می‌شود و به علت رها نشدن خوشه‌های برش خورده بر زمین مزرعه درصد ریزش بسیار ناچیز است و تنها عامل ضایعات دانه در کمباین ریزش قبل از برداشت، ریزش مربوط به هد، کوبنده و کاه پران می‌باشد. بنابراین با تنظیمات صحیح و مرتب دستگاه و

در تماس نیستند و به هم گره خورده‌اند و حمل و نقل آن‌ها آسان‌تر است در نتیجه درصد ریزش نیز ناچیز است. در صورتی درصد ریزش زیاد است که خوشه‌ها بیش از حد خشک شوند و یا پس از برداشت باران خوشه‌ها را مرطوب کند. اگرچه درصد ضایعات در برداشت دستی کمتر از برداشت با دروگر است ولی در مقایسه با برداشت کمباین درصد ضایعات روش دستی بیشتر است. علاوه بر این زمان طولانی‌تری نیز برای برداشت دستی مورد نیاز است.

در برداشت با دروگر، ضربه شانه برش و زنجیر انتقال باعث افزایش ریزش دانه‌ها می‌شود. همچنین در دروگرها ارتفاع برش یکسان نبوده و خوشه‌ها هنگام برش با یکدیگر و با ساقه‌ها برخورد می‌کنند که ضربه حاصل موجب افزایش درصد ریزش می‌شود. ساقه‌های بریده شده توسط دروگر به مدت طولانی بر روی زمین (به صورت حصیری) رها می‌شوند تا خشک شوند. ضربه ناشی از برخورد خوشه‌ها با زمین باعث ریزش درصدی از دانه‌ها شده و در صورت مرطوب بودن خاک مزرعه درصد ضایعات بیشتر است. در هنگام جمع‌آوری محصول نیز کارگران باید ساقه‌های برش خورده را از روی زمین برداشته و

منتقل کنند که علاوه بر نیاز به تعداد بیشتری کارگر به علت گره نزدن ساقه‌ها، درصدی ریزش هنگام حمل و نقل وجود دارد. از دلایل دیگر زیاد بودن ضایعات در برداشت با دروگر وزن دروگر و فرو رفتن دستگاه در زمین‌های مرطوب است که موجب خستگی راننده و غیریکنواختی در ارتفاع برش و عرض کار می‌شود (۴). استفاده از دروگر

پرداخت دستمزدها در مناطق مختلف است. زیرا نحوه پرداخت دستمزد براساس روز برداشت، تراکم کار، تعداد کارگر، نوع قرارداد کارگر با کارفرما و تعداد واسطه‌ها متغیر است. ولی این تفاوت چندان قابل ملاحظه نیست و فقط در صورتی تفاوت دستمزدها بسیار زیاد می‌شود که برداشت محصول با باران مواجه شود و کشاورز به ناچار مبالغی را که توسط کارگران تعیین می‌شود می‌پردازد و تفاوت این مبالغ زیاد است.

بیشترین هزینه‌ها مربوط به هزینه کارگری در برداشت دستی می‌باشد. به طوری که ۷۲/۵ درصد از کل هزینه‌های برداشت دستی مربوط به هزینه کارگر در مرحله درو و ۲۵/۹ درصد نیز مربوط به مرحله جمع‌آوری محصول است. این هزینه‌ها در شرایط یکسان برای هر سه روش محاسبه شده است و در صورتی که برداشت محصول با تأخیر مواجه شود و محصول ورس کند امکان برداشت مکانیزه وجود ندارد و در برداشت دستی نیز هزینه‌ها به دو تا سه برابر افزایش می‌یابد و کیفیت نهایی محصول نیز بسیار کاهش می‌یابد و زیان مضاعف به کشاورز وارد می‌شود.

در هزینه‌های کمباین و دروگر، هزینه ثابت و متغیر ماشین، هزینه یک هکتار برداشت مزرعه در

یک سال زراعی است که شامل هزینه خرید یا اجاره ماشین نیز می‌باشد. حتی با احتساب هزینه‌های ماشین، هزینه‌های برداشت به روش دستی حدود ۲/۲۴ برابر برداشت با دروگر و ۱/۹۵ برابر برداشت با کمباین است. بنابراین نه تنها از نظر صرفه‌جویی در وقت و کاهش ضایعات بلکه از

برداشت به موقع محصول درصد ضایعات در برداشت با کمباین بسیار کمتر از روشهای دیگر برداشت می‌باشد و در وقت نیز صرفه‌جویی می‌شود. سایر محققین نیز کم بودن درصد ضایعات در برداشت با کمباین را تأیید می‌کنند (۲۴، ۲۷، ۳۲، و ۴۷).

تعداد کل کارگر موردنیاز، در برداشت دستی بیشتر از دو روش دیگر است. بیشترین تعداد کارگر نیز مربوط به مرحله درو در مزرعه می‌باشد. به طوری که ۷۳/۷ درصد تعداد کارگر موردنیاز در روش دستی مربوط به مرحله درو می‌باشد. این امر در صورتی است که مزرعه به موقع درو شود. در صورت تأخیر در برداشت و مصادف شدن با باران آخر فصل تعداد کارگر برای درو و جمع‌آوری محصول به دو تا سه برابر افزایش می‌یابد.

در روش برداشت با دروگر ۸۵/۳ درصد تعداد کارگر مربوط به مرحله جمع‌آوری محصول است. زیرا ساقه‌های برش خورده بر روی خاک مزرعه رها شده‌اند و جمع‌آوری آنها مشکل‌تر از جمع‌آوری ساقه‌های برش خورده در روش دستی است بنابراین به تعداد کارگر بیشتری نیاز است.

کمترین تعداد کارگر در روشهای مختلف

برداشت در روش برداشت با کمباین می‌باشد. زیرا بیشتر عملیات برداشت توسط دستگاه انجام می‌شود و فقط برای درو حاشیه مزرعه و انتقال گونی‌های پر شده به بیرون از کمباین به کارگر نیاز است.

تفاوت هزینه‌ها و تعداد کارگر در مناطق مختلف معنی‌دار است. علت آن تفاوت در

باتوجه به این موارد و در نظر گرفتن درصد ضایعات، تعداد کارگر و هزینه‌های کل برداشت به کشاورزان توصیه می‌شود که برای برداشت برنج از کمباین استفاده کنند. البته این امر مستلزم یکپارچه کردن اراضی کشاورزی است که در استان گیلان تا حد زیادی انجام شده است. حتی کشاورزان با مالکیت‌های کوچک نیز به علت یکپارچه کردن اراضی قادر به استفاده از کمباین برای برداشت برنج می‌باشند. در برخی مناطق که تاکنون عملیات یکپارچه نمودن انجام نشده استفاده از دروگر بهتر از روش دستی است. اگرچه درصد ضایعات در برداشت با دروگر بیشتر است ولی باتوجه به صرفه‌جویی قابل توجه در وقت و هزینه‌ها استفاده از دروگر نسبت به روش دستی مناسب‌تر است. در مناطقی از استان به علت پلکانی بودن مزارع امکان استفاده از کمباین یا دروگر وجود ندارد و به ناچار باید برداشت دستی باشد. قابل ذکر است که عملکرد ارقام پرمحصول و اصلاح شده برنج بیشتر بوده و مناسب برداشت با کمباین نیز می‌باشند. در صورت رواج استفاده از کمباین استقبال کشاورزان از ارقام پرمحصول به دلیل امکان برداشت سریع‌تر و طول بوته مناسب‌تر بیشتر است و در افزایش تولید برنج نقش مهمی خواهد داشت. امید است با طراحی دروگر و کمباین مناسب و سازگار با اقلیم مناطق برنج‌خیز ایران علاوه بر صرفه‌جویی در وقت و هزینه کشاورزان گامی به سوی خودکفایی در تولید برنج برداشته شود.

نظر اقتصادی نیز برداشت با کمباین به سایر روشها ارجحیت دارد.

نکته مهم برداشت برنج در استان گیلان سرعت برداشت محصول است. شرایط آب و هوایی و اقلیم استان گیلان به نحوی است که در اوایل شهریور، کشاورزان هم‌زمان با رسیدن محصول با باران‌های موسمی طولانی مدت که در مواردی ۱۰ تا ۱۵ روز ادامه می‌یابد مواجه هستند. لذا حتی با یک روز تأخیر در برداشت زیان مالی زیادی به کشاورزان وارد می‌شود. باران‌های طولانی مدت نه تنها باعث ریزش و ورس محصول می‌شود بلکه پس از اتمام بارندگی نیز به دلیل باتلاقی بودن زمین و خیس بودن خوشه‌ها امکان رفتن به داخل مزرعه وجود ندارد و تا خشک شدن نسبی خوشه‌ها امکان کار نیست. از طرفی قیمت نهایی محصول پس از بارندگی به علت فعال شدن رنگدانه‌ها و قرمز شدن برنج سفید تا نصف کاهش می‌یابد. همچنین خشک کردن شلتوک بسیار مشکل است و در صورتی که رطوبت شلتوک کم نشود به علت کوتاه بودن دوره خواب بذر امکان جوانه زدن شلتوک و فعالیت قارچ‌ها در انبار و هدر رفتن کل محصول وجود دارد. کارخانه‌های برنج‌کوبی نیز از پذیرش و خشک کردن محصول پس از بارندگی خودداری می‌کنند. در صورت پذیرش نیز در زمان کوتاه و با درجه حرارت زیاد شلتوک را خشک می‌کنند که موجب شکستن و خرد شدن برنج سفید می‌شود.

منابع مورد استفاده

- ۱ - بینام. آمارنامه کشاورزی. سال ۱۳۸۳.
- ۲ - اخگری، ح. (۱۳۸۳) کتاب برنج. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. ۴۷۶ صفحه.
- ۳ - الماسی، م.، کیانی. ش. و لویمی. ن. (۱۳۸۰) مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه. چاپ دوم. ۲۴۸ صفحه.
- ۴ - علیزاده، م. ۱۳۸۱. بررسی روشهای برداشت برنج در گیلان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۳(۱۳): ۳-۱۵.
- ۵ - کپنر، آر. ا.، ر. بینر. و ای. ال. بارگر. ۱۳۷۱. اصول ماشینهای کشاورزی. مترجم: ا. شفیع. انتشارات دانشگاه تهران. جلد اول. ۴۶۷ صفحه.
- 6 . Ahammed P (1993) Adoption of farm implements by the rice farmers of Kerala. Ph.D. Thesis (unpub.). College of Agriculture. Vellayani. 120 pp.
- 7 . Balachandran PG (2004) Constraints on diffusion and adoption of agro-mechanical technology in rice cultivation in Kerala. Thiruvananthapuram Journal 40(2): 48-60.
- 8 . Bal HK, Singh N and Bal HS (1973) Investment in farm machinery in different cropping Zones of Punjab. Agricultural Situation in India 28(4): 397-402.
- 9 . Barker R, Wieneke B and Garton GT (1975) Production constraints and priorities for research IRRI. Agrl. Econ. Department. 75-80.
- 10 . Berisavljevic GK (2001) Rice production in Ghana. Proceeding of the International Conference on Sustainable Rural Development in Sub-Saharan Africa. Ghana. 36 pp.
- 11 . Borgman K, Delfoss M and Arnold RE (1979) The use of harvesters at grian harvesting particularly rice in Egypt. Deutz-Fahr publications Gottmadingen Koln. 75 pp.
- 12 . Chaisatapapong C (1997) Recent situation on development and extention of agricultural machinery in Thailand. Proceeding of 1997 JSM international workshop on international appropriate technology on agricultural machinery next century. 83-88.
- 13 . Cooper M, Garton G and Brodell AP (1947) Progress of farm mechanization. USDA Misc Publ. 630 pp.
- 14 . Edwards W (2003) Farm machinery economics. Electronic Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing. 9-11 February 2003 (Louisville. Kentucky USA). P. 701.
- 15 . Eulito B, Manuel JR and Alton AL (2005) The PhilRice – JICA rotary rice reaper. Responding a technology for Philippine farmers and manufactures. Report to JICA Technical Cooperation Project. Rice Engineering and Mechanization Division. PhilRice. Munoz. Nueva Ecija. Philippines. P. 159-178.
- 16 . Ezaki H (1970) Binders and combines. Tokyo. Agricultural Books Co. (In Japanese). 125 pp.

- 17 . Feiffer A (2003) Threshing simulator as a training and development tool (grain harvester simulator for training and combine automation development). Electronic Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing. 9-11 February 2003 Louisville. Kentucky USA). P. 704.
- 18 . Hassan GI and Larson DL (1983) Combine Capacity and Costs. Transactions of the ASAE. 6(10): 68-1070.
- 19 . IRRI (International Rice Research Institute) (1987) IRRI annual report. Los Banos (Philippines). IRRI. 521-513.
- 20 . Jiang Y (2003) Combine harvesting mechanization for rice and wheat in China. Electronic Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing. 9-11 February. 2003. (Louisville. Kentucky USA) P: 704.
- 21 . Juarez F A Te, Duff B, Crissman L and Stickny RE (1988) The development and impact of mechanical reapers in the Philippines. Agric. Econ. Los Banos. International Rice Research Institute. P: 40-43.
- 22 . Kumar S, Kamaruzaman J, Ismail WIW and Ahmad D (2001) Performance evaluation of a combine harvester in Malaysian paddy field. Asia Pasific Advanced Network - (APAN) Penang Meeting. University Science Malaysia (USM). Penang Malaysia. August 20-22. P.17-20.
- 23 . Kuppiang G (1994) AICRP on farm implements and machinery in Kerala. Annual Report of Kerala Agri.University Center Tavanur. 56 pp.
- 24 . Lchikawa T and Sugiyama AT (1980) Development of a new combine equipped with screw type threshing and separating mechanisms. JARQ 20(1): 20-25.
- 25 . Lianzing L, Tainfo M, Yhiro M and Ogura A (1999) Agriculture mechanization technical economics. Beijing Chinese Agricultural Machinery Publishing Hose 45 pp.
- 26 . Masato S (1980) Performance of rice combines harvesters as evaluated by national test in Japan. JARQ. 54 PP.
- 27 . Matthews J and Spadaro JJ (1975) Rice breaking during combine harvesting. Rice P: 59-63.
- 28 . Mittal V, Garton G and Davana AB (1976) Energy requirement in Agric. Agrarian Reforms. Govt of India. Ministry of Agric. & Irrign. ND. 154 pp.
- 29 . Muhammad C, Jayan P and Sivaswami M (1999) Mechanization of paddy cultivation in Kerala. India. An interim evaluation. Agricultural Mechanization in Asia and Latin America. 30(2): 38-42.
- 30 . Murray J and Bentham F (2000) A multi-agent decision support system for crop production. Seventh International Conference on Computers in Agriculture. 469- 478.
- 31 . Newton KA, Stone ML and Downs HW (1986) Reducing grain losses of a combine unit by an

- expert system. ASAE Paper No. 86-1579. St. Joseph, MI: ASAE.
- 32 . Ozmerzi A, Saral A and Ayik M (1982) The combining of various crops. *Agricultural Mechanization in Asia and Latin America*. 12(3): 21-25.
- 33 . Pung Park W and Sang-Cheol K (2003) Mechanizing paddy rice cultivation in Korea. Improving efficiency through innovations in mechanization China 2003. 223-227.
- 34 . Quick P (2003) Combine harvesting efficiency. *Farm mechanization*. 25: 29-31.
- 35 . Renpu B (1999) Mechanization and industrialization about rice production in china. *Agricultural mechanization of China*. 164: 4-9.
- 36 . Sharma SG, Rao VR, Rao GJ and Singh J (2005) Development of improved farm implements and machinery in Cuttack Orissa state, CCRI Annual Report 2004-2005. 48-60.
- 37 . Shepley S, Elhadad Z and Nasr N (1984) Improving rice grain yields and income through cropping calendar optimization and mechanized harvesting methods. *ASAE Trans* 20(5): 25-30.
- 38 . Sivaswami M and Elavana S (1985) Optimum operating parameters of tractor mounted paddy reaper min wet lands. XXXI annual convention of Indian Society of Agril. Engineers Kerala Agril University Thrissur. 156 -159.
- 39 . Sivaswami M (1995) Technical and economical feasibility of tractor mounted paddy reaper in Kerala. XXXI annual convention of Indian Society of Agril. Engineers Kerala Agril University Thrissur. 106-109.
- 40 . Smith HP and Wilkes LH (1976) *Farm Machinery & Equipment - 6th Edition*. McGrew-Hill Book Company. New York. 29-40.
- 41 . Stickney RE, Salazer GC, Manaligod HT, Juarz TS, Duff B, Bocknop CW and Fernandez CP (1986) CAAMS-IRRI mechanical reaper: experiences in the Philippines. In: *Small farm equipment for developing countries. Proceeding of International Conference on Small Farm Equipment for Developing Countries*. 341-358.
- 42 . Tado C, Mand J and Quick GR (2003) Development of pedestrian-controlled stripper harvesters for Southeast Asian rice field. *Electronic Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing*. 9-11 February 2003 (Louisville, Kentucky USA). 708 P.
- 43 . Takahashi H (1994) present situation and problems of rice production in the Philippines. Paper presented at the Work shop on Farming Management of Rice-Based Lowland Farms. PhilRice. Munoz. Nueva Ecija. 5 December 1994. 45-48.
- 44 . Tilakaranata HM (2003) Country report Srilanka, United Nations Asia Pacific Agricultural Engineering and Machinaery (UNAPCAEM) Beijing, PR, China, Technical Advisory Hanoi, Vietnam, 13-14th December 142 PP.

- 45 . Togasi T (1994) Report on the test and evaluation of the Maligaya reaper. Report to JICA Technical Cooperation Project. Rice Engineering and Mechanization Division. PhilRice. Munoz. Nueva Ecija. 28-36.
- 46 . Yanmar Agricultural Equipment Co., Ltd. and Kubota Corporation (1999) New Combine Harvester for Multi-crops, Proceedings of 99 International Conferences on Agricultural Engineering Beijing, China, December. 28-34.
- 47 . Yasuyuki H (2004) The smallest combine harvester for hilly and mountainous areas. Report on activities of committee for planning special research project. Technical report of Institute of Agricultural Machinery. 4-8P.
- 48 . Yong HE, Yong-sheng HE, Zhunge GZ and Shen BJ (1992) Economic analysis on the adaptability of the major grain post production patterns in South China. Agricultural Mechanization in Asia. Africa and Latin America 23(2): 63-65.