Archive of SID
DOI: 10.22059/ijbse.2018.251190.665033

مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷ (ص ۵۲۴-۵۱۳)

Investigating the Effect of Field and Crop Conditions on Combine Performance in Wheat Harvesting

MAHMOOD GHASEMI NEJAD RAEINI[1*], MOHAMMAD FARAMEHR[2], ABBAS ABDESHAHI[3]

1. Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
2. Master of Science (MSc), Department of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
3. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

(Received: Jan. 28, 2018- Revised: Apr. 5, 2018- Accepted: Apr. 8, 2018)

ABSTRACT

Using Combine is the common method to harvest wheat in Iran. Since harvesting operations as the most sensitive stage of production affected by combine harvester performance, therefore investigating the combine harvester performance has a special importance and it's necessary to evaluate. In this study, the effect of field and crop conditions on combine harvester performance in wheat harvesting has been investigated. For this purpose, an experiment was conducted in a completely randomized experimental with an unbalanced 2 x 3 factorial designs and covariance analysis using a New Holland combine harvester (TC 5070 model 2014) in Shahid Beheshti's agro industry company farms in the town of Dezful, in 2016. Independent factors included three planting patterns (uniform row planting and furrow planting) and three levels of grain moisture contents (6-8, 8-10, 10 12 %), and dependent factors involved field capacity, field efficiency and the losses by combine. Furthermore, yield, percent of lodging and farm length were defined as covariant. The results indicated the effect of planting pattern on combine field capacity, combine field efficiency and combine losses have been significant (p value ≤ 0.01). The combine field capacity in the farms with uniform row planting pattern was 7.26 ton ha^{-1}, while in farms with furrow planting pattern was 6.73 ton ha^{-1}. The combine field efficiency in the farms with uniform row planting pattern was 83.70%, while in farms with furrow planting pattern was 82.42%. The losses by combine in the farms with uniform row planting pattern was 24.2 ton ha^{-1}, while in farms with furrow planting pattern was 23.7 ton ha^{-1}.

Keywords: Combine, Field performance, Field efficiency, Losses and Planting patterns

*Corresponding author's Email: ghasemi.n.m@ramin.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تأثیر شرایط مزرعه و محصول بر عملکرد مزرعه‌ای کمباین در برداشت گندم

محمود قاسمی نژاد رائینی*[۱]، محمد فرامهر[۲] ، عباس عبدشاهی[۳]

۱. استادیار، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۳. دانشیار،گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۸/ ۱۱/ ۱۳۹۶- تاریخ بازنگری: ۱۶/ ۱/ ۱۳۹۷- تاریخ تصویب: ۱۹/ ۱/ ۱۳۹۷)

چکیده

استفاده از کمباین رایج‌ترین روش برداشت گندم در ایران است. از آنجا که عملیات برداشت به عنوان حساس‌ترین مرحله تولید محصول، تحت تاثیر عملکرد کمباین قرار دارد، لذا بررسی عملکرد کمباین از اهمیت خاصی برخوردار بوده و نیاز به ارزیابی دقیق دارد. در این مطالعه، تاثیر شرایط مزرعه و محصول بر عملکرد کمباین در برداشت گندم مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور، آزمایشی در قالب طرح آماری فاکتوریل ۳×۲ نامتعادل بر پایه کرت‌های کاملا تصادفی و به صورت تحلیل کواریانس با استفاده از یک کمباین نیوهلند TC5070 مدل ۲۰۱۴ در مزارع کشت و صنعت شهید بهشتی شهرستان دزفول و در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. متغیرهای مستقل این تحقیق شامل مزارع با الگوی کشت متفاوت (مسطح و جوی و پشته‌ای) و سه میزان رطوبت دانه (۸ -۶، ۱۰-۸ و ۱۲-۱۰درصد) بود؛ ظرفیت مزرعه‌ای، بازده مزرعه‌ای و تلفات محصول توسط کمباین نیز به عنوان متغیرهای وابسته و عملکرد محصول، درصد ورس و طول مزرعه به عنوان متغیرهای همپراش در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که الگوی کشت مزارع بر ظرفیت مزرعه‌ای، بازده مزرعه‌ای و تلفات محصول در سطح ۱ ٪ معنی‌دار است. ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح ۷/۲۶ تن در ساعت بوده در حالی که، در مزارع جوی و پشته‌ای، معادل ۶/۷۳ تن در ساعت به دست آمد. بازده مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح ۸۳/۷۰ درصد بود و در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای ۸۲/۴۲ درصد به دست آمد. تلفات دانه در مزارع با الگوی کشت مسطح ۲۴/۲ کیلوگرم در هکتار و در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای ۲۳/۷ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کمباین، عملکرد مزرعه‌ای، بازده مزرعه‌ای، تلفات و الگوی کشت

* نویسنده مسئول: ghasemi.n.m@ramin.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بر اساس پیش‌بینی‌ها، جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ به هشت میلیارد نفر می‌رسد. بنابراین، نیاز به تولید غذا افزایش چشم‌گیری خواهد یافت. تحت این شرایط، امنیت غذایی کشورهای در حال توسعه بیشتر از سایر کشورها تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Kafi *et al*., 2009; Farajian Mashhadi *et al*., 2013). غلات از مهمترین گیاهان زراعی محسوب شده و از میان غلات، گندم به خاطر ارزش غذایی زیاد، سازگاری با شرایط مختلف و آسانی عملیات کاشت به عنوان یک محصول استراتژیک شناخته شده و بیش‌ترین میزان تولید را در بین گیاهان زراعی به خود اختصاص داده است (Ahmadvand *et al*.,2009). در ایران، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، حدود ۷۱٪ از اراضی زیر کشت محصولات به کشت گندم اختصاص یافت (Anonymous, 2015a). کاربرد ماشین و ابزارهای کشاورزی در تولید محصولات یکی از پرهزینه‌ترین عملیات کشاورزی به شمار می‌آید و هزینه‌های برداشت ماشینی ۳۰ تا ۳۵ ٪ از کل هزینه‌ی ماشین‌ها را تشکیل می‌دهد (Soerensen, 2003; Ismail, 2009). لذا ارزیابی عملکرد از اولویت‌های اجتناب‌ناپذیر مدیریت واحدهای کشاورزی می‌باشد (Witney, 1995). از یک‌طرف، به نظر می‌رسد که عملکرد کمباین تاثیرپذیری زیادی از روش‌های مختلف تهیه زمین و کشت نداشته ولی در عمل، کاربرد ماشین‌های گوناگون خاک‌ورزی و کاشت منجر به ناهمواری و محدودیت در عملیات مکانیزه بعدی در مزرعه می‌گردد و نهایتا عملکرد کمباین را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از طرف دیگر، برداشت محصول در محدوده رطوبتی متفاوت و غیر مجاز باعث می‌شود که تلفات کمباین به ۱۵ تا ۲۰ درصد، درصد دانه‌های شکسته به بیش از ۹/۳ افزایش یافته و بازدهی دستگاه نیز کاهش یابد (Mostofi, 20011; Golpira and Shahoei, 2011). وجود این تفاوت‌ها، لزوم بررسی تاثیر روش کشت و رطوبت محصول بر عملکرد مزرعه‌ای کمباین را مشخص می‌سازد.

عملکرد کمباین شامل ظرفیت، بازده، مصرف سوخت، تلفات سکوی برش، کوبنده، جداکننده، غربال و نیز خلوص دانه در مخزن بوده (Tabatabaei, 2012) و عمدتاً تحت تاثیر متغیرهای خود دستگاه شامل سرعت پیشروی، سرعت محیطی مکانیزم‌های مختلف کمباین، نرخ تغذیه و متغیرهای مربوط به گیاه شامل رقم، رطوبت و درجه رسیدگی محصول قرار دارد (Bawatharani *et al*. 2015). تلفات محصول مهمترین عامل در عملکرد کمباین بوده و تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر وضعیت قسمت‌های مختلف کمباین، سرعت پیشروی، نوع گیاه، تراکم، ارتفاع برش، خوابیدگی محصول و رطوبت دانه قرار دارد (Kholief *et al*. 2009). نتایج مطالعه‌ی ارزیابی سامانه‌های برداشت گندم شامل برداشت سنتی (دستی) و مکانیزاسیون جزئی (کمباین برداشت اصلاح شده، دروگر-دسته‌بند خود کششی، دروگر خود کششی با نوار نقاله عمودی و دروگر-ردیف‌کن تراکتوری با نوار نقاله عمودی) در سه سطح رطوبت (۲۰/۸۰، ۱۸/۵۰ و ۱۶/۶۵ درصد)، نشان داد که سامانه برداشت سنتی دارای کمترین تلفات دانه را بوده و بیش‌ترین بازده برش (۹۷/۲٪) با استفاده از کمباین، در سرعت پیشروی ۱/۵ کیلومتر در ساعت و رطوبت ۱۶/۶۵٪ به دست آمد (Sereen *et al*., 2014). اثر سه سطح رطوبت محصول (۹، ۱۰ و ۱۱ ٪) و سه سطح سرعت پیشروی (۱، ۱/۵ و ۲ کیلومتر در ساعت) بر تلفات کمباین در برداشت گندم در مطالعه Patel and Varshney, (2014) نشان دادند که با کاهش رطوبت و افزایش سرعت پیشروی، میزان تلفات سکوی برش افزایش می‌یابد. به طوری که بیش‌ترین تلفات سکوی برش به میزان ۰/۹درصد در رطوبت ۹ ٪ و سرعت پیشروی ۲ کیلومتر در ساعت و کم‌ترین تلفات سکوی برش در رطوبت ۱۱٪ و سرعت پیشروی ۱ کیلومتر در ساعت به میزان ۰/۲٪ اتفاق افتاد. در مطالعه‌ی Bougari *et al*., (2013a) تلفات انتهایی در دو کمباین جاندیر ۹۵۵ و نیوهلند TC-۵۶ به ترتیب ۰/۸ و ۰/۶ درصد به دست آمد. همچنین مشخص گردید با افزایش رطوبت دانه، تلفات انتهای کمباین افزایش می‌یابد. در همین راستا Nazmi *et al*., (2010) بهترین محتوای رطوبتی مناسب دانه برای برداشت را در سه منطقه گوندی ویندی[1] ، اسکادن[2] و تام ورت[3] استرالیا ۱۴، ۱۵ و ۱۷ درصد و Rahama and Ali, (1990) رطوبت بهینه برای برداشت گندم در سودان را ۹ تا ۱۴٪ گزارش نمودند. تلفات سکوی برش کمباین تحت تاثیر عواملی نظیر سرعت پیشروی کمباین، سرعت محیطی چرخ‌فلک، ارتفاع برش، رطوبت محصول، نوع محصول و ... قرار داشته و بیش از ۵۰٪ (عبدی و جلالی، ۲۰۱۳) و حتی ۶۸٪ از کل تلفات کمباینی را شامل می‌شود (Rahimi, and Khosravani, 2005). همچنین Sheikh Davoodi and Houshyar, (2010) نشان دادند که بیش‌ترین تلفات سکوی برش (۳/۴۳ ٪) در سرعت پیشروی ۴ کیلومتر در ساعت و سرعت چرخ و فلک ۳۵ دور در دقیقه رخ می‌دهد.

روش‌های مختلف کشت بر تلفات سکوی برش نیز

1. Goondiwindi
2. Scaddan
3. Tamwort

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیرگذار است. Bougari *et al*., (2013b) تلفات و ریزش دانه ناشی از وجود پشته‌های عمود بر جهت حرکت کمباین در برخی از مزارع که به صورت کرتی کشت شده بودند را برای دو کمباین جاندیر ۹۵۵ و نیوهلند TC-۵۶ به ترتیب ۰/۸۳٪ و ۰/۳۴٪ به دست آورد. همچنین در کشت به وسیله‌ی بذرپاش، معمولاً ریزش از محل تقسیم‌کننده‌های جانبی سکوی برش کمباین نسبت به حالت خطی‌کاری بیشتر است. تلفات دو کمباین جاندیر ۹۵۵ و نیوهلند TC-۵۶ در کشت کرتی به علت وجود کرت‌های عمود بر جهت حرکت کمباین به ترتیب ۱۲ و ۲۹ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشت شیاری به دست آمد. در همین راستا Rahimi, and Khosravani, (2005) و Ahmadi Chenarbon *et al*., (2009)میزان تلفات در کشت کرتی را به ترتیب ۷۲/۵ و ۸۱ کیلوگرم در هکتار بیشتر از کشت شیاری گزارش نمودند.

در بررسی عملکرد دو سامانه برداشت (برداشت با کمباین و دروگر + خرمنکوب)، مشخص گردید که برداشت با کمباین بیش‌ترین ظرفیت موثر مزرعه‌ای (۳/۰۶ هکتار در ساعت) را دارد؛ در حالی که بالاترین بازده مزرعه‌ای (۹۴/۳٪) در سامانه دروگر به علاوه خرمنکوب به دست آمد. همچنین بیش‌ترین ظرفیت موثر مزرعه‌ای کمباین (۰/۷۳ هکتار در ساعت) در سرعت پیشروی ۴/۵ کیلومتر در ساعت و سرعت خرمنکوب ۲۸/۹۰ متر بر ثانیه و کمترین مقدار ظرفیت موثر مزرعه‌ای (۰/۴ هکتار در ساعت) در سرعت پیشروی ۲/۳ کیلومتر بر ساعت و سرعت خرمنکوب ۳۲/۰۴ متر بر ثانیه به دست آمد (Sayed Omran, 2008).

ظرفیت کمباین تحت تاثیر عواملی نظیر عرض موثر دستگاه، سرعت پیشروی کمباین و محتوای رطوبت دانه قرار دارد. در یک کمباین با عرض کار ۱۶۰ سانتی‌متر هنگامی که سرعت پیشروی ۱/۵ کیلومتر در ساعت و محتوای رطوبت دانه ۲۰/۸ بود، ظرفیت موثر مزرعه‌ای ۰/۵ هکتار در ساعت به دست آمد. وقتی‌که سرعت پیشروی (۲/۱ تا ۲/۷ کیلومتر در ساعت) افزایش و رطوبت دانه (به ترتیب به ۱۸/۵ و ۱۶/۶۵٪) کاهش یافت، ظرفیت موثر مزرعه‌ای به ترتیب تا ۰/۶۶ و ۰/۸۲ هکتار در ساعت افزایش یافت (Sereen *et al*., 2014). همچنین Abo EL-Naga *et al*., (2010) ظرفیت یک کمباین برداشت گندم با عرض کار ۲۹۰ سانتی‌متر را در چهار سرعت پیشروی (۰/۵۳، ۰/۷، ۰/۹۵ و ۱/۱۵ کیلومتر در ساعت) و سه سطح رطوبت دانه (۱۶/۷۳، ۱۴/۴۱ و ۱۲/۱۳٪) در سرعت حرکت استاندارد کوبنده ۲۴/۷۴ متر بر ثانیه بررسی نمودند. نتایج نشان داد بیش‌ترین ظرفیت موثر مزرعه‌ای (۰/۴۸ هکتار در ساعت) در بیش‌ترین سرعت پیشروی و پایین‌ترین رطوبت دانه به دست می‌آید. در بررسی ظرفیت موثر مزرعه‌ای یک مدل کمباین جریان محوری در چهار سرعت پیشروی (۱/۷، ۱/۹، ۲/۲ و ۲/۴ کیلومتر در ساعت) و چهار سرعت کوبنده (۱۲/۳۹، ۱۵/۷، ۱۷/۰۱ و ۱۸/۳۲ متر بر ثانیه) و سه ارتفاع برش (۵، ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر)، مشخص گردید که بیش‌ترین ظرفیت موثر مزرعه‌ای (۱/۶۶ هکتار در ساعت) و بیش‌ترین ظرفیت موادی (۱/۱۴۴ مگا گرم در ساعت) در سرعت پیشروی ۲/۴ کیلومتر در ساعت، سرعت کوبنده ۱۵/۷ متر بر ثانیه و ارتفاع برش ۲۵ سانتی‌متر اتفاق افتاد و اثر سرعت کمباین و ارتفاع برش و اثر متقابل آنها بر ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در سطح ۱٪ معنی‌دار است (El-Yamani *et al*., 2014). بازده مزرعه‌ای تحت تاثیر عواملی نظیر ظرفیت تئوری ماشین، قدرت مانور ماشین، الگوی مزرعه، شکل مزرعه، اندازه مزرعه، عملکرد (در مورد ماشین برداشت)، وضعیت خاک و گیاه و محدودیت‌های سامانه قرار داشته و برای کمباین خودگردان برداشت دانه ۶۳ الی ۹۰درصد درسرعت ۳ الی ۸ کیلومتر در ساعت گزارش گردیده است (Hunt and Wilson, 2015). در مطالعه‌ای بیش‌ترین بازده مزرعه‌ای (۶۹/۱٪) را در یک مدل کمباین جریان محوری در سرعت پیشروی ۱/۹ کیلومتر در ساعت، سرعت کوبنده ۱۵/۷ متر بر ثانیه و ارتفاع برش ۲۵ سانتی‌متر، به دست آمد؛ نتایج نشان داد اثر سرعت کمباین و ارتفاع برش بر بازده کمباین معنی‌دار است. همچنین گزارش شد که بازده مزرعه‌ای با افزایش سرعت کمباین، کاهش یافته و با افزایش ارتفاع برش، افزایش می‌یابد (El-Yamani, *et al*., 2014). در همین راستا، نتایج تحقیقات Sereen *et al*., (2014) نشان داد که افزایش سرعت حرکت از ۱/۵ به ۲/۱ و ۲/۷ کیلومتر در ساعت، بازده کمباین را به ترتیب ۸۴/۵ تا ۸۱/۹۳ و ۷۹/۲۳ درصد کاهش می‌دهد. همچنین Abo EL-Naga *et al*., (2010) بازده کمباین برداشت گندم را در چهار سرعت پیشروی ۰/۵۳، ۰/۷، ۰/۹۵ و ۱/۱۵ کیلومتر در ساعت و سه سطح رطوبت دانه ۱۶/۷۳، ۱۴/۴۱ و ۱۲/۱۳٪ و در سرعت حرکت استاندارد کوبنده ۲۴/۷۴ متر بر ثانیه بررسی کردند؛ نتایج نشان داد که بیش‌ترین بازده برش (۹۸/۴٪) و بالاترین بازده کمباین (۹۸/۹٪) در کمترین سرعت پیشروی و کمترین رطوبت دانه به دست آمد. به طور کلی بر اساس مطالعات انجام شده عملکرد کمباین متاثر از شرایط مزرعه و محصول، وضعیت و تنظیمات کمباین و همچنین محدودیت‌های برداشت می‌باشد. اگرچه اثر برخی عوامل بررسی شده است ولی، اثر رطوبت محصول و الگوی کشت بر دو پارامتر مهم عملکردی کمباین(ظرفیت و بازده مزرعه‌ای) تاکنون بررسی نشده است و ضرورت دارد تحقیقی در این خصوص انجام گیرد.

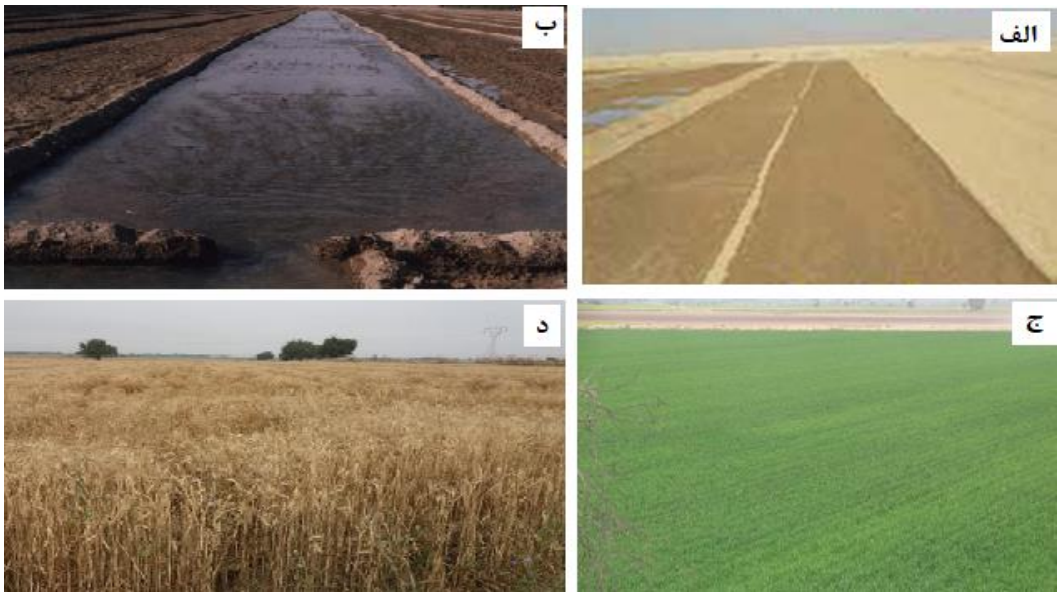
www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزارع گندم (رقم چمران) واقع در کشت صنعت شهید بهشتی واقع در شهرستان دزفول و در سال زراعی ۱۳۹۵ انجام شد. الگوی کشت مزارع این کشت و صنعت به صورت جوی و پشته‌ای و مسطح بودند. آزمایش در قالب طرح آماری فاکتوریل ۳×۲ نامتعادل بر پایه کرت‌های کاملا تصادفی و به صورت تحلیل کواریانس انجام گرفت. متغیرهای مستقل تحقیق شامل دو شیوه‌ی کشت (مسطح و جوی و پشته‌ای) و سه میزان رطوبت دانه (محدوده ۶ تا ۸، ۸ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۱۲٪) بود. در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای، عرض پشته ۷۶ سانتی‌متر، فاصله ردیف‌های کاشت روی پشته ۱۹ سانتی‌متر، عرض جویچه‌ها ۲۷ سانتی‌متر و ارتفاع پشته‌ها ۲۰ سانتی‌متر بود که چهار ردیف بذر بر روی هر پشته کشت شده بود. در مزارع با الگوی کشت مسطح با توجه به شیب مناسب، نیازی به ایجاد جوی‌چه نبود. کاشت با ماشین‌های بذرکار و کمبینات صورت گرفته و زمین در قطعات بزرگ کرت‌بندی و آبیاری می‌گردد. آرایش سطح خاک و مزارع در این روش، به صورت نوارهایی به عرض ۳ تا ۱۵ متر و طول ۱۰۰ تا ۴۰۰ متر بود. مزارع و نمای آنها در دو روش کشت جوی و پشته‌ای و مسطح شکل ۱ و ۲ آمده است. داده‌های مورد نیاز از یک کمباین یک کمباین نیو هلند TC5070 مدل ۲۰۱۴ و در طول فصل برداشت از مزارع به دست آمد.

شکل ۱. نمایی از مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای ، الف) تهیه بستر بذر برای کشت روی پشته‌های عریض، ب) خطی‌کار مورد استفاده در کشت، ج) نمای آبیاری و د) چهارردیف سبزشده روی هر پشته



شکل ۲. نمایی از مزارع با الگوی کشت مسطح، الف) بستر تهیه شده، ب) نمای آبیاری، ج) مزرعه پس از سبز شدن د) مزرعه آماده درو

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری‌ها از روز اول برداشت آغاز و تا اتمام برداشت ادامه یافت. شیوه کشت مزارع به دو حالت (مزارع جوی و پشته‌ای با سامانه آبیاری نشتی و مزارع مسطح با سامانه آبیاری غرقابی) بود و دامنه رطوبتی دانه‌ها بین ۶ تا ۱۲ درصد در طول فصل برداشت متغیر بود. به منظور یکسان سازی در انتخاب نمونه آماری، از روش نمونه‌گیری حذفی و به صورت کاملا تصادفی استفاده شد. بدین صورت که، از بین جامعه آماری تحقیق (کلیه مزارع گندم شرکت کشت و صنعت) مزارعی که واریته، عملکرد، شیب، شکل هندسی و ....تقریبا یکسانی داشتند، شناسایی گردیده و به‌طور تصادفی، نمونه‌ها از بین این مزارع انتخاب شدند. پس از بررسی مزارع، با توجه به تمام شرایط و حذف مزارع ناهمگن، ۱۳ مزرعه انتخاب گردید؛ از این ۱۳ مزرعه، جمعا ۱۲۹ نمونه (داده) اندازه‌گیری و ثبت شد. قبل از هر بار داده‌برداری، عملکرد محصول، وضعیت رطوبت مزرعه و تلفات اندازه‌گیری و ثبت می‌شد و سپس به اندازه‌گیری تلفات کلی کمباین، سرعت پیشروی و زمان‌های فعال و غیرفعال برداشت در مزرعه مبادرت گردید؛ با استفاده از اطلاعات به دست آمده، شاخص‌های عملکردی کمباین شامل ظرفیت مزرعه‌ای کمباین، بازده مزرعه‌ای کمباین، سرعت پیشروی برداشت و تلفات مزرعه‌ای محاسبه شد.

در پژوهش حاضر علی‌رغم تمام تلاشی که برای داده‌برداری روی مزارع با شرایط یکسان انجام گرفته ولی از آنجا که داده‌برداری در شرایط طبیعی مزارع صورت گرفت، متغیرهائی نظیر عملکرد، درصد ورس و طول مزرعه در مزارع مختلف کاملا یکسان نبوده و با متغیرهای وابسته آزمایش همبسته بودند. لذا این متغیرها به عنوان متغیرهای مزاحم یا همپراش در نظر گرفته شدند. به منظور حذف اثر این متغیرهای همپراش و اصلاح میانگین‌ها، از تحلیل کواریانس استفاده گردید. بر این اساس، اثر متغیر وابسته یعنی عملکردکمباین (ظرفیت و بازده مزرعه‌ای)، متغیرهای مستقل یعنی تیمارهای آزمایش (دو شیوه کشت و سه دامنه رطوبتی محصول) و متغیرهای همپراش (درصد ورس، طول و عملکرد مزرعه)، مورد بررسی قرار گرفتند.

عملکرد مزرعه: یک قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متری در سه قسمت (تکرار) از مزرعه به‌صورت تصادفی انداخته و نمونه‌برداری شد و سپس خوشه‌ها کوبیده شده و عملکرد مزرعه در هکتار برآورد گردید (Bougari *et al*., 2013a).

برای محاسبه سرعت پیشروی برداشت کمباین، مدت زمانی که کمباین مسافت ۳۰ متری در برداشت مزرعه را می‌پیماید با استفاده از کرنومتر در سه تکرار اندازه‌گیری و ثبت شد و سپس سرعت پیشروی از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$V = \frac{30\times3.6}{t} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که V: سرعت پیشروی برداشت کمباین (کیلومتر بر ساعت) و t: زمان صرف شده برای طی کردن مسافت ۳۰ متر (ثانیه)

ظرفیت تئوری کمباین: عبارت‌است از میزان دانه‌ای که کمباین به صورت تئوری در واحد زمان می‌تواند برداشت نماید و از رابطه‌ی ۲ محاسبه گردید.

$$Cm_t = \frac{S.W.Y}{10} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که Cm_t: ظرفیت تئوری کمباین S: سرعت پیشروی کمباین (کیلومتر بر ساعت)، W: عرض شانه برش (متر) و Y: عملکرد مزرعه (تن در هکتار) است.

ظرفیت موثر کمباین: عبارت‌است از میزان دانه‌ای که کمباین در واحد زمان و با لحاظ نمودن تلفات زمانی ناشی از کار کمباین برداشت می‌نماید و با استفاده از رابطه‌ی ۳ به دست آمد.

$$Cm_e = \frac{M}{T} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

که Cm_e: ظرفیت موثر کمباین M: میزان دانه برداشت شده (تن در هکتار) و T: زمان انجام عملیات (ساعت در هکتار).

بازده مزرعه‌ای کمباین: شاخصی است که بازده کمباین را در استفاده زمان‌های مفید و غیر مفید در برداشت را نشان می‌دهد و از نسبت میزان دانه‌ای که کمباین می‌تواند به صورت تئوری برداشته می‌کند به میزان دانه‌ای که کمباین به صورت مزرعه‌ای (واقعی) برداشت می‌نماید به دست می‌آید. رابطه ۴ روش محاسبه را بازده را نشان می‌دهد.

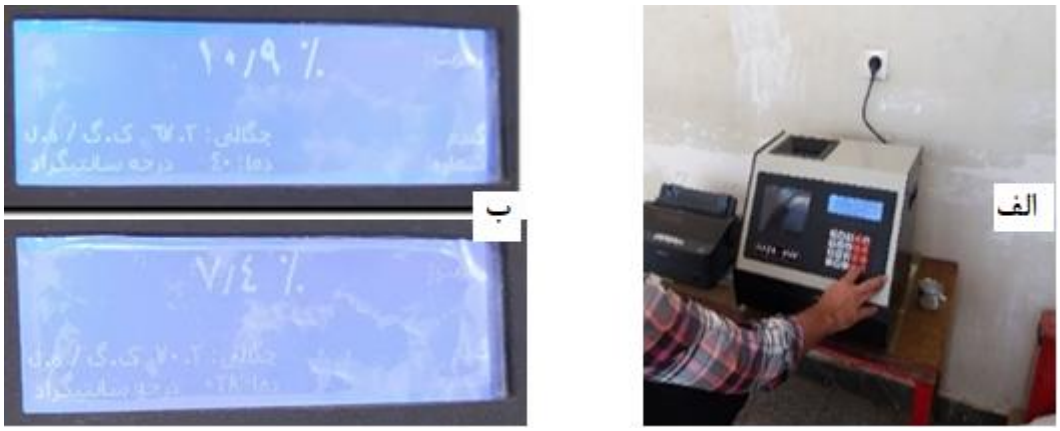
$$e = \frac{Cm_e}{Cm_t} \times 100 \quad \text{(رابطه ۴)}$$

که e: بازده مزرعه‌ای کمباین (٪) می‌باشد.

برای اندازه‌گیری درصد رطوبت دانه گندم از دستگاه رطوبت‌سنج مدل RASA-4000 استفاده گردید. بدین منظور، پس از نمونه‌گیری از مخزن، نمونه‌ها در ظروف در بسته به آزمایشگاه منتقل و رطوبت آن ها اندازه‌گیری شد. نظر به اینکه داده‌برداری از شروع تا پایان فصل برداشت انجام گرفت، رطوبت محصول در سه محدوده (۸-۶)، (۱۰-۸) و (۱۲-۱۰) درصد متغیر بود؛ لذا اندازه گیری تمامی عوامل عملکردی کمباین در این سه محدوده انجام شد. شکل ۳ نمای دستگاه رطوبت‌سنج و پارامترهای اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. نمایی از دستگاه رطوبت سنج مدل RASA-4000، الف) مرحله آماده‌سازی دستگاه، ب) درصد رطوبت و چگالی نمونه‌ها

زمان انجام عملیات با کرونومتر اندازه‌گیری و برای هر تکرار با واحد ثانیه ثبت شد. بدین منظور، حرکت کمباین از طریق یک ردیاب GPS ردیابی شد و متعاقب آن مساحت در حین اجرای هر یک از تکرارها با واحد متر مربع اندازه‌گیری شد و جهت افزایش دقت، همزمان مساحت برداشت شده نیز به‌صورت دستی نیز اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری وزن دانه برداشت شده، پس از پر شدن مخزن و هشدار کمباین، نمونه‌گیری از مخزن کمباین در سه تکرار انجام شد. نمونه‌ها در ظروف دربسته به آزمایشگاه منتقل، و چگالی و رطوبت نمونه‌ها توسط رطوبت‌سنج اندازه‌گیری و سپس وزن دانه‌های برداشت شده در هر بار کمباین، با استفاده از اطلاعات مربوط به چگالی دانه و ظرفیت مخزن دانه کمباین (۶۰۰۰ لیتر) از رابطه‌ی ۵ محاسبه شد.

$$M=\frac{6\times D}{100} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

که M: وزن دانه برداشت شده در هکتار بر حسب تن و D: وزن ۱۰۰ لیتر دانه گندم بر حسب کیلوگرم.

تلفات پیش از برداشت یا تلفات طبیعی (PHL) در کرت‌های آزمایشی با استفاده از قاب ۵۰×۵۰ سانتی متر مربع در سه تکرار، جمع‌آوری، توزین و ثبت گردید و با استفاده از رابطه‌ی ۶ محاسبه شد (Mostofi Sarkari *et al.*, 2014).

$$PHL = PHC \times 10 \quad \text{(رابطه ۶)}$$

که PHL: تلفات قبل از برداشت بر حسب کیلوگرم در هکتار و PHC: میانگین وزن در نمونه‌های افت‌گیری قبل از برداشت بر حسب گرم در متر مربع است.

تلفات کلی کمباین (HL) برابر با مجموع تلفات سکوی برش و تلفات انتهای کمباین (کوبنده، جداکننده و تمیزکننده) بوده و با استفاده از رابطه‌ی ۷ محاسبه شد (Mostofi Sarkari *et al.*, 2014)

$$HL = GL + PL \quad \text{(رابطه ۷)}$$

که HL: تلفات کلی کمباین (کیلوگرم در هکتار)، GL: تلفات سکوی برش (کیلوگرم در هکتار) و PL: تلفات انتهای کمباین (کیلوگرم در هکتار) است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت تحلیل کوواریانس در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۲ نامتعادل و با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 انجام گرفت. در تمامی آزمون‌های انجام شده، سطح معنی‌داری ۵ ٪ در نظر گرفته شد و به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

نتایج و بحث

تاثیر روش کشت و درصد رطوبت دانه بر ظرفیت و بازده مزرعه‌ای کمباین

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که اثر روش‌های کشت بر ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای میانگین ظرفیت مزرعه‌ای کمباین ۶/۷ تن در ساعت بود در حالی‌که، این مقدار در مزارع با الگوی کشت مسطح معادل ۷/۳ تن در ساعت به دست آمد. مقایسه میانگین ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوهای کشت مسطح و جوی و پشته‌ای در نمودار ۱ آمده است. افزایش ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح در مقایسه با مزارع جوی و پشته‌ای را می‌توان به دلیل افزایش سرعت حرکت کمباین و دور زدن‌های سریع‌تر کمباین در این مزارع دانست که به دلیل صاف‌تر بودن مزرعه و قدرت مانوردهی بالاتر ماشین در این مزارع است. در این رابطه (Hunt and Wilson, 2015) نیز گزارش نمود که با افزایش قدرت مانوردهی می‌توان عملکرد را افزایش داد. از آنجا که ظرفیت مزرعه‌ای یک

www.SID.ir

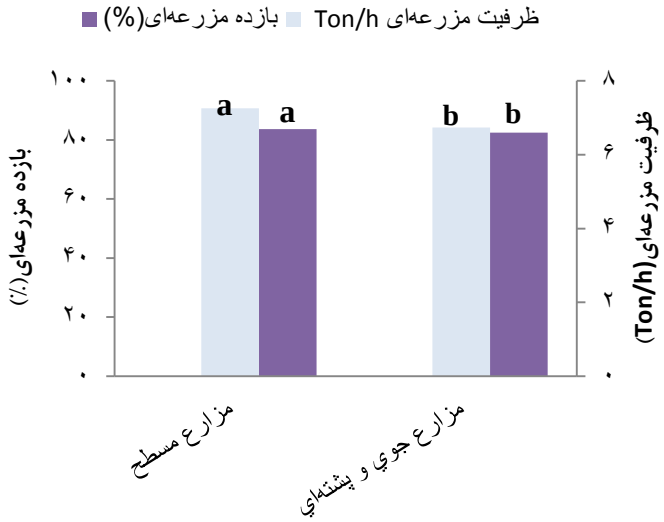
Archive of SID

سامانه برداشت با زمان مورد نیاز آن رابطه عکس دارد، لذا هر عاملی که باعث کاهش زمان مورد نیاز اجرای عملیات برداشت شود، ظرفیت مزرعه‌ای آن سامانه یا ماشین را افزایش خواهد داد. زمان مورد نیاز در سامانه‌های مختلف برداشت، عمدتاً به نوع و تعداد رفت و آمد ماشین‌ها و ادوات در مزرعه، سرعت پیشروی و عرض کار ادوات بستگی دارد. بدیهی است که می‌توان با کاهش زمان‌های دور زدن و غیرفعال و به‌کارگیری عرض کار کامل کمباین، کل زمان مورد نیاز برای انجام فعالیت را کاهش داد. اما در شرایط یکسان از نظر نوع کمباین و انطباق درست آن با شرایط مزرعه، وجود اختلاف در شرایط مزرعه و محصول همانند شرایط این تحقیق، باعث اختلاف در زمان مورد نیاز آنها خواهد شد.

جدول ۱. نتایج حاصل از تجزیه کواریانس اثرات سطوح روش کشت و درصد رطوبت دانه بر ظرفیت و بازده مزرعه‌ای کمباین

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)	
		ظرفیت مزرعه‌ای (Ton/h)	بازده مزرعه‌ای (٪)
درصد ورس	۱	۱۰/۸۹**	۵۶/۶۵**
طول مزرعه	۱	۵/۳۲**	۳/۵۰ ^{ns}
عملکرد	۱	۱/۵۱**	۰/۳۴ ^{ns}
روش کشت	۱	۵/۳۷**	۳۱/۹۷**
درصد رطوبت دانه	۲	۰/۰۸ ^{ns}	۵/۵۰ ^{ns}
اثر متقابل رطوبت و روش کشت	۲	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۴۸ ^{ns}
خطا	۱۲۰	۰/۰۳۴۷ ^{ns}	۲/۳۹ ^{ns}
کل	۱۲۸	-	-

**،*و^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱ ٪ ، ۵٪ و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد



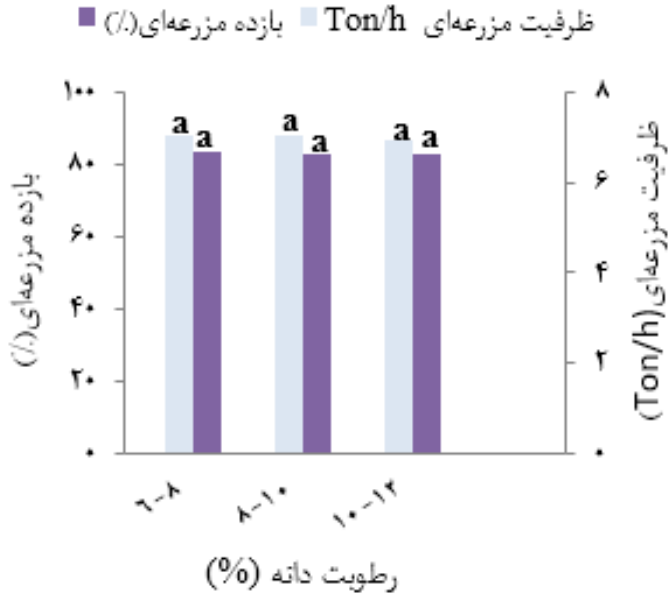
نمودار ۱. مقایسه‌ی میانگین ظرفیت و بازده مزرعه‌ای کمباین در الگوهای کشت متفاوت مزرعه

مطابق جدول ۱ اثر سطوح مختلف رطوبت بر ظرفیت مزرعه‌ای کمباین معنی‌دار نشد. با توجه به نمودار ۲ ملاحظه می‌گردد که میانگین ظرفیت مزرعه‌ای کمباین در رطوبت ۸-۶ درصد معادل ۷/۰۶، در رطوبت ۱۰-۸ درصد معادل ۷/۰۲ و در رطوبت ۱۲-۱۰ درصد معادل ۶/۹۲ تن در ساعت می‌باشد. مقایسه میانگین نشان داد که اثر رطوبت بر گرچه اثر رطوبت بر ظرفیت مزرعه‌ای کمباین معنی‌دار نبوده و این نتیجه با یافته‌های Abo EL-Naga *et al.*, (2010) هم‌خوانی دارد.

مطابق جدول ۲، در بررسی ترکیب تیمارها و اثرات متقابل، بیش‌ترین ظرفیت مزرعه‌ای (۷/۳۴ تن در هکتار) متعلق به الگوی کشت مسطح با رطوبت ۸-۶ درصد و کمترین ظرفیت مزرعه‌ای (۶/۷۰ تن در هکتار) مربوط به تیمار الگوی کشت جوی و پشته‌ای با رطوبت ۱۰-۸٪ بود. با توجه به معنی‌دار نشدن عامل رطوبت، به نظر می‌رسد علت این کاهش ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به روش کشت باشد. همان‌طور که قبلاً بیان شد نتایج این تحقیق با یافته‌های Hunt and Wilson, (2015) که بیان کردند توقف‌ها و تلفات زمانی ناشی از عدم مانوردهی که باعث کاهش عملکرد ماشین می‌دانند، هم خوانی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۲. مقایسه‌ی میانگین ظرفیت و بازده مزرعه‌ای کمباین در سطوح مختلف رطوبت دانه

جدول۲. اثر متقابل درصد رطوبت دانه و روش کشت بر میانگین ظرفیت و بازده مزرعه‌ای کمباین

رطوبت دانه(٪)	روش کاشت	ظرفیت مزرعه‌ای (Ton/h)	بازده مزرعه‌ای (٪)
۶ تا ۸	مسطح	۷/۳۴[a]	۸۴/۱۸[a]
	جوی و پشته‌ای	۶/۷۸[b]	۸۲/۹۸[ab]
۸ تا ۱۰	مسطح	۷/۳۳[a]	۸۳/۴۶[ab]
	جوی و پشته‌ای	۶/۷۰[b]	۸۲/۲۱[b]
۱۰ تا ۱۲	مسطح	۷/۱۱[a]	۸۳/۴۷[ab]
	جوی و پشته‌ای	۶/۷۲[b]	۸۲/۰۶[b]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون توکی- کرامر در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به بازده مزرعه‌ای کمباین در جدول ۱ آمده است. ملاحظه می‌گردد که اثر روش کشت بر بازده مزرعه‌ای کمباین در سطح ۱٪ معنی‌دار است. میانگین بازده مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای ۸۲/۴ درصد در حالی‌که این مقدار در مزارع با الگوی کشت مسطح ۸۳/۷ درصد به دست آمد. مقایسه بازده مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوهای کشت مسطح و جوی و پشته‌ای در نمودار ۴ آمده است. به طور کلی، بازده مزرعه‌ای یک سامانه برداشت وابسته به ظرفیت مزرعه‌ای تئوری ماشین، قدرت مانور ماشین، الگو، شکل و اندازه‌ی مزرعه، عملکرد محصول، وضعیت خاک و گیاه و محدودیت‌های سامانه است (Hunt and Wilson, 2015). بنابراین می‌توان گفت در شرایط یکسان از نظر نوع کمباین، طول مزرعه، عملکرد محصول و وضعیت گیاه مانند درصد خوابیدگی، هر عاملی که باعث افزایش ظرفیت کمباین و قابلیت مانوردهی ماشین شود، می‌تواند بازدهی را افزایش دهد. همان‌طور که نتایج این مطالعه هم نشان می‌دهد، مزارع با الگوی کشت مسطح نسبت به مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای، به دلیل وضعیت صاف‌تر مزرعه و مانوردهی بهتر کمباین، بازدهی بالاتری دارند.

مطابق با جدول ۱ اثر سطوح مختلف رطوبت بر بازده مزرعه‌ای کمباین معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین سطوح مختلف رطوبت بر بازده مزرعه‌ای کمباین در نمودار ۱ آمده است. بازده مزرعه‌ای کمباین در رطوبت دانه ۸-۶، ۱۰-۸ و ۱۲-۱۰٪ به ترتیب ۸۳/۵۸، ۸۲/۸۴ و ۸۲/۷۶ درصد به دست آمد. گرچه اثر رطوبت بر بازده مزرعه‌ای از نظر آماری معنی‌دار نشد، ولی به صورت مشاهده‌ای نتایج به دست آمده با یافته‌های Abo EL-

www.SID.ir

Archive of SID

Naga *et al.*, (2010) که معتقد است با کاهش رطوبت بازده افزایش می‌یابد، هم‌خوانی دارد. به نظر می‌رسد که دلیل معنی دار نشدن اثر رطوبت، بواسطه محدودیت های تحقیق باشد؛ زیرا که برداشت در رطوبت های بیشتر محصول میسر نشد.

اثرات متقابل دو عامل روش کشت و درصد رطوبت دانه بر بازده مزرعه‌ای نیز در جدول ۲ آمده است. ملاحظه می‌گردد بیش‌ترین بازده مزرعه‌ای (۸۴/۱۸ درصد) مربوط به تیمار الگوی کشت مسطح با رطوبت ۸-۶ درصد و کمترین بازده مزرعه‌ای(۸۲/۰۲ درصد) مربوط به تیمار الگوی کشت جوی و پشته‌ای با رطوبت ۱۲-۱۰٪ است. علت این کاهش بازده مزرعه‌ای را می‌توان به روش کشت و توقف‌های متاثر از این روش نسبت داد.

تاثیر روش کشت و درصد رطوبت دانه بر سرعت پیشروی برداشت و تلفات مزرعه‌ای کمباین

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به سرعت پیشروی کمباین در جدول ۳ آمده است. ملاحظه می‌گردد اثر روش‌های کشت بر سرعت پیشروی کمباین در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. سرعت پیشروی کمباین در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای، ۳/۸۷ کیلومتر در ساعت شد درصورتی‌که در مزارع با الگوی کشت مسطح، ۴/۰۲ کیلومتر در ساعت به دست آمد. مقایسه میانگین سرعت پیشروی کمباین در مزارع با الگوهای کشت مسطح و جوی و پشته‌ای در نمودار ۳ آمده است. بالاتر بودن سرعت پیشروی برداشت کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح نسبت به مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای را می‌توان به دلیل ماهیت هموارتر این دسته از مزارع دانست که منجر به قدرت مانوردهی بالاتر ماشین می‌گردد. این نتایج با یافته‌های محققانی نظیر Hunt and Wilson, (2015) که گزارش کردند کاهش موانع منجر به افزایش مانوردهی و سرعت بیشتر عملیات می‌شود، هم‌خوانی دارد.

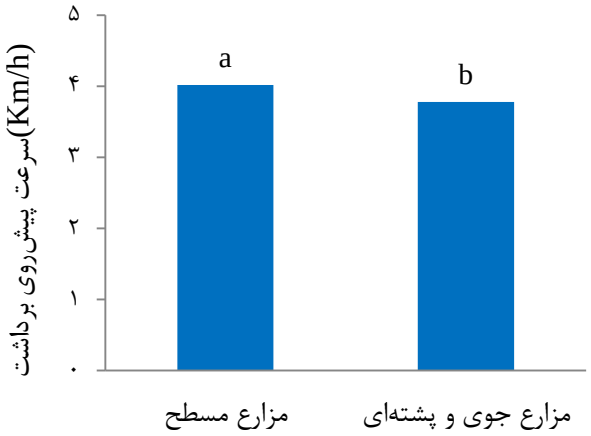
مطابق با جدول ۳ اثر رطوبت بر سرعت پیشروی در برداشت معنی‌دار نشد. میانگین سرعت کمباین در رطوبت ۸-۶ درصد برابر ۴، در رطوبت ۱۰-۸ درصد برابر ۳/۹ و در رطوبت ۱۲-۱۰ درصد برابر ۳/۹۲ کیلومتر در ساعت بوده اما مطابق جدول ۳ ملاحظه می‌گردد که اثر رطوبت بر سرعت پیشروی معنی‌دار نیست.

نتایج تحلیل رگرسیون نشان داد که بین میزان تلفات انتهای کمباین و تلفات کل با رطوبت دانه در سطح ۱٪ رابطه معنی‌داری وجود دارد. رابطه بین میزان تلفات و رطوبت دانه به همراه توابع و R^2 آنها برآورد شده و در نمودارهای ۴ و ۵ آمده است. تلفات دانه در مزارع با الگوی کشت مسطح ۲۴/۲ کیلوگرم در هکتار و در مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای ۲۳/۷ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. ملاحظه می‌گردد که با افزایش رطوبت دانه، میزان تلفات کمباین در هر دو روش کشت کاهش می‌یابد. این نتایج با یافته‌های Kholief *et al.* (2009) و Patel and Varshney, (2014) که گزارش نمودند تلفات دانه با رطوب وابسته بوده و با کاهش رطوبت، تلفات افزایش می‌یابد، هم‌خوانی دارد.

جدول۳. نتایج حاصل از تجزیه کواریانس اثرات سطوح روش کشت و درصد رطوبت دانه بر سرعت پیشروی در برداشت با کمباین

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)
درصد ورس	۱	۴/۸۲**
عملکرد	۱	۱۴/۵۸**
روش کشت	۱	۰/۴۳**
درصد رطوبت دانه	۲	۰/۰۹ ns
اثر متقابل رطوبت و روش کشت	۲	۰/۰۱ ns
خطا	۱۲۰	۰/۰۲۳
کل	۱۲۸	

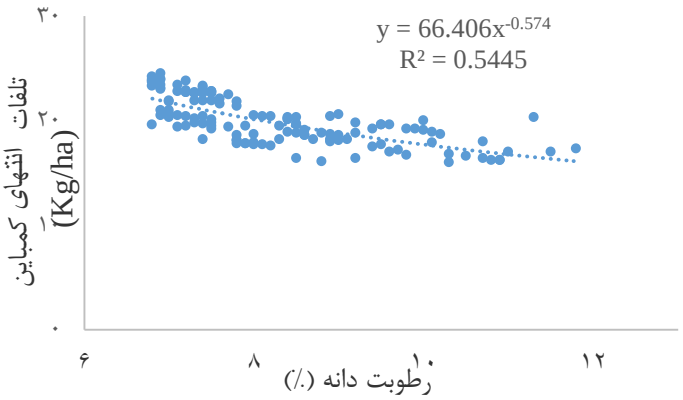
،*وns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪ ، ۵٪ و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد



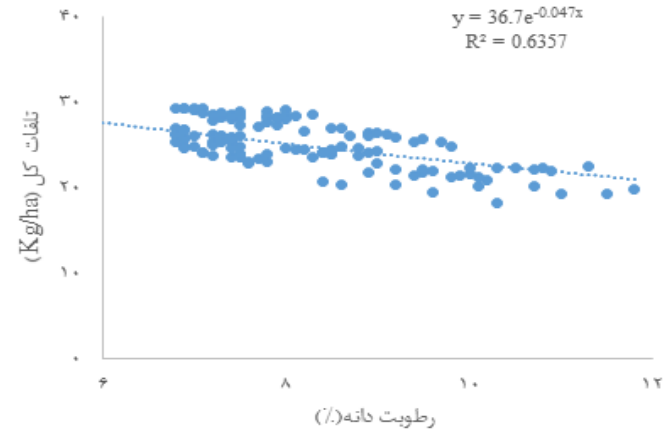
نمودار ۳. مقایسه‌ی میانگین سرعت پیشروی در برداشت کمباین در مزارع با الگوه های کشت مسطح و جوی و پشته‌ای

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۴. رابطه بین محتوای رطوبتی دانه و تلفات کمباین



نمودار ۵. رابطه بین محتوای رطوبتی دانه وتلفات کل کمباین

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که عملکرد کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح بهتر از مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای است. ظرفیت و بازده مزرعه‌ای کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح به ترتیب ۷/۲۶ تن در ساعت و ۸۳/۳٪ به دست آمد؛ این مقادیر برای مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای به ترتیب ۷/۲۵ و ۱/۵۳٪ پایین تر از مزارع با الگوی کشت مسطح می‌باشد. عواملی نظیر روش کشت، درصد رطوبت دانه، درصد خوابیدگی مزرعه، عملکرد محصول و طول مزرعه بر عملکرد مزرعه‌ای کمباین موثرند. سرعت پیشروی برداشت کمباین در مزارع با الگوی کشت مسطح نسبت به مزارع با الگوی کشت جوی و پشته‌ای به دلیل وضعیت صاف‌تر مزرعه و قدرت مانوردهی بالاتر ماشین، بیشتر بوده و تلفات کل در مزارع مسطح بیشتر از مزارع جوی و پشته‌ای به دست آمد. از نظر میزان رطوبت، نتایج نشان داد که با کاهش رطوبت دانه، میزان تلفات کل در هر دو روش کشت افزایش می‌یابد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر تامین هزینه‌ها و همچنین مدیر عامل و پرسنل کشت وصنعت شهید بهشتی که در اجرای این تحقیق همکاری را داشته‌اند، قدردانی به عمل می‌آید.

REFERENCES

Abdi, R. and Jalali, A. (2013). Mathematical model for prediction combine harvester header losses. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5 (5): 549-552.

Abo EL-Naga, M.H.M., M.A. Shetawy and Sh.F El-Hammed A. (2010). Evaluating the performance of a locally combine for harvest wheat crop. Misr Journal Agricultural Engineering. 27 (1): 104 – 121.

Ahmadi Chenarbon, H. Ebrahimzadeh, M.R. and Rohy R. (2009). The study of wheat losses combine harvesting in varamin area. Plant and Ecosystem. 5(17): 57-70. (In Farsi).

Ahmadvand, M. R. and Najafpour Z. (2010). Study of the level of cultivation, production and supportive policies of wheat during first to fourth development plans. Journal of Economic Research and Policies. 17(53):59-76. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

Anonymous. (2015a). Agricultural statistics. Ministry of Jihad-e- agriculture of Iran Volume I, crops, crop year 2013-14. Office of Agricultural Jihad Statistics and Technology. (In Farsi).

Anonymous. (2015b). Guidance on planting, harvesting and harvesting of wheat in Khuzestan province. Agricultural and Natural Resources Research Center of Khuzestan. Faculty Members of Agricultural Research Center for Natural Resources of Khuzestan. Autumn 2012. www.aeri.ir/WebFiles/WebGenerator/Files/9604.pdf. (In Farsi).

Bawatharani R., Jayatissa, D.N., Dharmasena, D.A.N. and Bandara, M. H. M. A. (2015). Field performance of a conventional combine harvester in harvesting Bg-300 paddy variety in Batticaloa, Srilanka. International Journal of Engineering Research. 4 (1): 33–35.

Bougari, E., Zaki Dizaj, H. and Khorasani, M. E. (2013a). Evaluation some affecting factors on John Deere combine 955 series losses during harvest by mathematical models (case study Ahvaz city). Elixir Agriculture 58: 15209-15213.

Bougari, E., Zaki Dizaj, H., Khorasani, M. E. and Mirshekali, S. (2013b). Assessment Wheat harvest losses in New Holland TC56 and JD955 combines (Case study in Ahwaz city). The National Conference of Strategic Research in Iran Agriculture. Islamic Azad University of Takestan Branch. Pp: 77-72. (In Farsi).

El-Yamani, A.E., El-Shazly, A. E. and El-Metwally, W. F. (2014). Development of a combine harvester for Mexican teosinte crop. Egyptian Journal of Agricultural Research. 92 (3): 1077-1093.

Farajian Mashhadi M.A., Kafi M., and Nezami A. (2013). Intercropping of kochia (Kochia Scoparia l.) With blue panic grass (Panicum antidoTALE Retz.) under irrigation with saline water. Agroecology, 5(2): 153-160. (In Farsi).

Golpira, H. and Shahoei, S. S. (2011). The work quality evaluation of the combine harvesters in Kurdistan province, Iran. Efficient and Safe Production processes in Sustainable Agriculture and forestry. CIGR Conference, Austria, Vienna. Pp: 269-271.

Hunt D. and Wilson D. (2015). Farm power and machinery management. Eleventh Edition. Waveland Press, Inc. ISBN 13: 978-1-4786-2696-1. Pp: 360.

Ismail, Z.E.; M.M. Ibrahim and Embaby, S. A. (2009). Economic evaluation and selection of farm machinery. Misr Journal Agricultural Engineering, 26(4): 746-757.

Kafi, M., Borzoei, A., Salehi, M., Kamandy, A., Masoomi, A., and Nabati, J. (2009). Physiology of Environmental Stresses in Plants. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran 502 pp. (In Persian)

Kholief, R. M., Sayed-Ahmed, I. F. and EL-Haddad, W. Z. (2009). Quantification of mechanical losses on oilseed rape harvesting. Journal of Agriculture Science Mansoura University. 34(4): 2971-2983.

Mostofi Sarkari, M. R. (2011). Investigation and technical comparison of new and conventional wheat combines performance to improve and modification. CIGR Journal. 13(3). Manuscript No. 1510.

Mostofi Sarkari, M., Valiahdi, M., and Ranjbar, I. (2014). Field evaluation of cereal combine harvesters processing losses on JD-955 and JD-1165 combines equipped with grain loss monitor. Journal of Agricultural Machinery, 4(2), 335-343. doi:10.22067/jam.v4i2.29077. (In Farsi).

Nazmi, M. W., Chen, G. and Zare, D. (2010). The effect of different climatic conditions on wheat harvesting strategy and return. Biosystems Engineering, 106. 493 – 502.

Patel, S. K. and Varshney. (2014). Effect of operational speed and moisture content of wheat crop on plot combine harvest. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 38 (4): 51-55.

Rahama, A. M. and Ali. M. E. (1990). On farm evaluation combain harvester losses in the gomin in Sudan. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America, 20(2): 27-31.

Rahimi, H. and Khosravani, A. (2005). Determination of wheat losses harvesting process and investigating same factors affecting it in Fars province. Pajouhesh and Sazandegi. 67: 50-59. (In Farsi).

Sayed Omran, M. (2008). A Comparative study of the most widely harvesting systems for wheat crop in Egypt. Misr Journal Agricultural Engineering. 25(3): 804-823.

Sereen, F.A.M., M.E. Badawy and M.H. M. Abo EL-Naga. (2014). Comparision between the most common mechanical methods and rice combine modified for harvesting wheat crop in the egyption fields. Egyptian Journal of Agricultural Research. 92 (2):675-692.

Sheikh Davoodi, M. J. and Houshyar, E. (2010). Evaluation of wheat loss using New Holland combine harvester in Iran. American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science. 8(1): 104-108.

Soerensen, C.G. (2003). Workability and Machinery Sizing for Combine Harvesting. Journal of Scientific Research and Development. 5: 28-36.

Tabatabaei, R., Aghagolzadeh, H., and Bakhshi, B. (2012). Test and and evaluation of self-propelled combine harvested Rice (Model 4LZ-2A). 7th National conference on agriculture. Machinery engineering and mechanization (NCAMEM07), Shiraz, Iran. (In Farsi).

Witney, B. (1995). Choosing and using farm machines. UK: Longman Scientific and Technical. WMO. 1974. Manual on Codes. Vol I. World Meteorological Organization, No. 306. Geneva, Switzerland: WMO. Pp: 412.

www.SID.ir