

بررسی و ارزیابی فنی - اقتصادی روش های مختلف برداشت و فرآوری بذر هیبرید ذرت

جبرائیل تقی نژاد^{1*}، والاح اسماعیلی

1 و 2- استادیار پژوهش و کارشناس بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.
(تاریخ دریافت: 1397/02/09؛ تاریخ پذیرش: 1397/11/17)

چکیده

یکی از چالش های موجود در فرایند تولید بذر هیبرید ذرت، برداشت مستقیم بلال ذرت با کمباین غلات است. پژوهشی به منظور ارزیابی فنی - اقتصادی کمباین بلال چین ذرت (پیکرهااسکر) بر پایه طرح آزمایشی کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. کرت های اصلی شامل میزان رطوبت ذرت بذری در سه سطح: (1) 29٪، (2) 25٪ و (3) 21٪ و کرت های فرعی شامل روش برداشت در چهار سطح: (1) برداشت بلال با پیکرهااسکر خودگردان، (2) پیکرهااسکر کششی، (3) برداشت دستی و (4) برداشت مستقیم با کمباین معمولی بود. شاخص های فنی و زراعی مورد بررسی شامل درصد رطوبت محصول در زمان برداشت، ظرفیت مؤثر مزرعه ای و اندازه گیری شاخص های کیفی بذر نظیر درصد شکستگی، ترک خوردگی و جوانه زنی نهایی بذر بود. نتایج ارزیابی فنی نشان داد متوسط شکستگی بذر در برداشت با پیکرهااسکر خودگردان و کششی به ترتیب 7/11٪ و 7/14٪ در یک سطح آماری قرار داشتند. بیشترین میانگین شکستگی با 15/66٪ در استفاده از کمباین معمولی بود. روش بلال چینی نسبت به روش مرسوم از لحاظ کیفیت فیزیکی و فیزیولوژیکی بذرهای برداشت شده اختلاف آماری معنی داری داشت. نتایج بررسی اقتصادی با روش بودجه بندی جزئی نشان داد برداشت ذرت بذری با پیکرهااسکر خودگردان جدید در میزان رطوبت 25 درصد سودآورترین تکنیک برداشت بود.

واژه های کلیدی: ارزیابی فنی، پیکرهااسکر، کیفیت بذر، ذرت بذری

Assessment and Evaluation of Technical-Economic on Hybrid Maize Seed Different Harvesting and Processing Method

J. Taghinazhad^{1*}, V. Esmacili

1 and 2-Academic member and Research Expert, Department of Agricultural Engineering Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran
(Received: Apr. 29, 2018 – Accepted: Feb. 06, 2019)

Abstract

One of the most challenges in hybrid maize seed was harvesting direct by self-combine cereal harvest. The objectives of the current study were determined and evaluated economical - Technical parameters for picker-husker auto-harvester maize seed. The split plot experimental design based on the randomized complete block design (RCBD) was used to evaluate treatments with three replications. The main plot was seed moisture content at three levels such as 29, 25 and 21 percent. The sub-plot was the harvesting corn of different methods at four levels (A: by picker-husker auto-harvester, B: by PTO connected picker, C: by workers and D: direct harvest by cereal combine for harvesting of maize seed production. According to the results, hybrid maize seed harvesting by picker-husker auto-harvester, PTO connected picker and harvesting by hand are most profitable methods, respectively. Result showed the mean cracking of seed in harvest with picker-husker auto-harvester and PTO connected picker was 7.11 and 7.7%, respectively. The highest mean fracture was found to be 15.66% in conventional combine. So currently harvesting by picker-husker is most economic and profitable harvest method, all of physical and physiological quality characters and storability was significantly higher than conventional method. Economic survey results with budgeting method showed that harvesting corn seed with a new self-propelled at moisture content of 25 percent was the most profitable technique for farmers.

Keywords: Hybrid maize, seed quality, Picker Husker harvesting, Technical and Economic analysis

* Email: j.taghinazhad@areeo.ir

مقدمه

مبنی برافزایش تولید ذرت در کشور، تولید این محصول در سال 1390 از 1/2 میلیون تن به 2/8 میلیون تن افزایش یافت. و این روند افزایش سریع سطح زیر کشت، مستلزم تولید میزان کافی بذر هیبرید در کشور است که بر این مبنای ذرت دو رنگ کشور از 2000 تن در سال 1371 به بیش از 10000 تن در سال 85 رسید (Anonymous, 2006). همچنین طبق گزارشات ارائه شده توسط دفتر طرح ذرت میزان افت کمباین‌های موجود کشور حداقل 10 درصد بوده که با عنایت به میزان تولید ذرت دانه‌ای در کشور سالانه حداقل 176354 تن افت وجود داشته و مبلغی بالغ بر 600 میلیارد ریال به ضرر کشور می‌باشد.

منطقه مغان در استان اردبیل به دلیل وجود دو کشت و صنعت بزرگ مغان و پارس یکی از مناطق مهم تولید بذر ذرت کشور می‌باشد. در حال حاضر علاوه بر دو کشت و صنعت فوق، پیمانکاران زیادی در منطقه مغان مبادرت به تولید بذر هیبرید می‌نمایند. همه‌ساله بیش از 80 درصد از بذر موردنیاز کشور در منطقه مغان تولید و به مناطق مختلف کشور توزیع می‌شود که میزان تولید آن در این منطقه رو به افزایش است (Chogan, 2004). بذر یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولید محصولات زراعی است و تولید بذر با کیفیت بالا هدف کلیه تولیدکنندگان بذر دو رنگ ذرت محسوب می‌شود (Wych, 1988). قابلیت جوانه‌زنی، بنیه (قدرت رویش)، قابلیت ماندگاری یکنواختی اندازه و سلامت بذر از جمله مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر محسوب می‌گردد (Van Gastel et al., 1996). پرایس در سال 1997 در گزارش تحقیقاتی اعلام نمود رسیدن فیزیولوژیکی ذرت زمانی می‌باشد که رطوبت دانه به حدود 30 درصد برسد. برداشت دانه ذرت را می‌توان از رطوبت 20 درصد شروع نمود که نیاز به خشک‌کن‌های مزرعه‌ای خواهد بود. رطوبت انبارداری ایمن بین 13 تا 14 درصد می‌باشد (Price, 1997). تولرا و همکاران (1998) در تحقیقی دیگر با عنوان بررسی اثر مرحله رسیدگی روی عملکرد و کیفیت ذرت دانه‌ای و کاه ذرت در سه سطح رطوبت (30-28، 23-20، 12-10) درصد نتیجه گرفتند

بیش از 80 درصد بذر ذرت کشور در منطقه مغان تولید می‌شود. یکی از چالش‌های موجود در تولید ذرت بذری، برداشت مستقیم بلال ذرت با کمباین غلات است که طی سال‌های اخیر خسارت جبران‌ناپذیر به کیفیت بذر تولیدی کشور وارد کرده است. براساس بررسی‌های انجام شده در منطقه مغان، بطور متوسط 15 درصد از بذرها فقط بصورت دانه شکسته و خرد شده در روش مرسوم از خط تولید خارج می‌شوند. نتایج پژوهش نشان داد در ایستگاه‌های ذرت خشک‌کن حدود 30 درصد از دانه‌ها در حین فرایند دچار ترک خوردگی شده و باعث 20 درصد تلفات بذری می‌شود. در سال‌های گذشته، برداشت با کمباین غلات مشکلاتی را در خصوص کاهش قوه نامیه ذرت بذری و همچنین زمان برداشت (لزوم رساندن رطوبت دانه به زیر 20 درصد) ایجاد کرده است و پیرو آن خسارت هنگفتی برای ذرت‌کاران (بدسبزی در زراعت ذرت بذری و دانه‌ای و کمبود بذر موردنیاز کشور) به همراه داشته است (Gazor and Hamidi, 2010). براساس دستورالعمل موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر از سال زراعی 1394 تولیدکنندگان ذرت بذری معجب شدند که برداشت ذرت بذری به صورت دستی انجام گردد. همچنین در استاندارد ملی بذر ذرت، روش برداشت بصورت بلال تعیین و درج شد. از سوی دیگر در روش برداشت مستقیم با کمباین غلات بایستی رطوبت بذر بین 18-20 برسد. این درحالی است رسیدن فیزیولوژیکی در محدوده رطوبتی 35 درصد اتفاق می‌افتد که در این شرایط رطوبتی، بذر دارای بالاترین قوه نامیه و قدرت رویش است. بنابراین هرچه کاهش رطوبت با تاخیر انجام گیرد به همان نسبت باعث کاهش قوه نامیه هم می‌شود (Chogan, 2004). ذرت یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که برای تولید غذا، علوفه و محصولات صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به سیاست اعلام‌شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی

بذری و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی و تحلیل فنی - اقتصادی استفاده از پیکر هاسگر وارداتی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای ارزیابی روش‌های برداشت بذری هیبرید ذرت رقم 704 در سال زراعی 1396 در کشت و صنعت پارس با عرض جغرافیایی 39 درجه، 39 دقیقه و طول جغرافیایی 48 درجه، 88 دقیقه در ارتفاع 78 متری سطح دریا انجام شد. آزمایش بر اساس طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی براساس نتایج پژوهشی چوگان در سال 1385 در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذری شامل میزان رطوبت بذری هیبرید ذرت در زمان برداشت در سه سطح: 1) 29%، 2) 25% و 3) 21% بود کرت‌های فرعی نیز شامل روش برداشت در چهار سطح: 1) برداشت بلال با پیکر هاسگر خودگردان ساخت شرکت بورگون فرانسه، 2) برداشت بلال با پیکر هاسگر کششی، 3) برداشت دستی بلال و 4) برداشت مستقیم دانه با کمباین معمولی بود. برای اجرای آزمایش یکی از قطعات کشت و صنعت پارس انتخاب و برحسب محتوی رطوبتی در سه مرحله و در سطح حدود 300 مترمربع برای هر تیمار انجام گرفت. برخی از مشخصات فنی شاخص پیکر هاسگرها و کمباین معمولی برداشت ذرت در جدول 1 آورده شده است.

در این تحقیق برای بررسی شاخص‌های فنی در روش‌های مختلف برداشت، از هر تیمار ده نمونه تصادفی در مساحت ثابت انتخاب و نمونه‌برداری شد. پارامترهای فنی و زراعی مورد بررسی شامل درصد رطوبت بذری برداشت، ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای و اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی بذری نظیر متوسط سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذری و میزان شکستگی و ترک خوردگی (مرئی و نامرئی) به بذری در فرایند تولید بذری هیبرید ذرت بود.

در میزان رطوبت کمتر (12-10 درصد) عملکرد دانه روند افزایشی را نشان داده درحالی که چوب‌بلال، کاه ذرت، کل بقایای گیاهی و کل ماده خشک عملکرد روند کاهشی را با بالا رفتن مراحل رسیدگی محصول نشان می‌دهد (Tolera et al., 1998). ناوراتیل و بوریس در سال 1984 با برداشت بلال‌هایی با میزان رطوبت بذری از 20 تا 50 درصد و خشک کردن در دماهای 35، 40، 45 و 50 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن رطوبت بذری به میزان 12 درصد، اثرات دما و رطوبت بذری به هنگام برداشت بر روی قوه نامیه و قدرت جوانه زنی (قدرت رویش) بذری ذرت را با روش آزمون جوانه زنی استاندارد و آزمون سرما تحقیق کردند. نتایج نشان داد در رطوبت بذری متغیر تحت دمای پایین‌تر سرعت جوانه‌زنی مطلوب‌تر گردید (Navratil and Burris 1984). طی پژوهشی برداشت ذرت بذری دارای رطوبت 28/5 درصد و خشک کردن آن در دمای 60 درجه سانتی‌گراد به مدت 10، 15، 20 و 25 دقیقه و اجرای آزمون پیری تسریع شده جهت بررسی بنیه بذری انجام دادند. نتایج نشان داد که تیمار خشک کردن بذری در دمای 60 درجه سانتی‌گراد به مدت 10 دقیقه موجب بروز ترک عمودی در 50 درصد از بذرها شد که کاهش قابل ملاحظه‌ای در بنیه بذری به وجود نیامد. این درحالی است که با افزایش مدت خشک کردن، کاهش معنی‌داری قوه نامیه و بنیه بذری مشاهده گردید (Hampton and Tekrony, 1995). گازر و همکاران نیز در سال 1388 در تحقیقی با عنوان ارزیابی فنی سیستم‌های خشک کن ذرت بذری در مغان به منظور بهبود سیستم‌ها با استفاده از روش تعیین هدایت الکتریکی میزان خسارت به ذرت بذری تولید شده در منطقه را ارائه نمودند. نتایج ایشان نشان داد به دلیل آسیب دیدگی احتمالی جنین یا تجمع قارچ‌ها و عوامل بیماری گیاهی در دانه‌های ترک دار ذرت بذری کاربرد این گونه بذرها ریسک سبز شدن و جوانه زنی را افزایش داده و گاهی منجر به عدم ظهور یا بدسبزی خواهد شد (Gazor and Hamidi, 2010). هدف از این پژوهش دستیابی به مناسب‌ترین روش برداشت ذرت

جدول 1- برخی مشخصات فنی پیکرها سکرها و کمباین معمولی برداشت بذر هیبرید ذرت

Table 1- Technological properties of Picker-Husker and conventional combines for hybrid seed maize harvest

ماشین برداشت Harvest Machine	تعداد ردیف برداشت Harvest Row No.	محدوده سرعت پیشروی (کیلومتر در ساعت) Velocity(Km hr ⁻¹)	ظرفیت مخزن (تن) Tank Capacity(ton)
پیکر هاسگر خودگردان ساخت بورگون فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	4	5.3-7.2	5
پیکر هاسگر کششی Tractor mounted Picker -Husker	2	4.1-5.2	1.3
کمباین غلات مجهز به دماغه ذرت Cereal combine with maze head	4	2.5-3.5	2

حدود تغییرات ذکر شده نسبت به استانداردها و منابع موجود بررسی و کنترل شد (Norolsena, 2003). علاوه بر موارد ذکر شده شاخص های جوانه زنی و بنیه بذر به شرح و روش های ذیل در آزمایشگاه مرکزی تجزیه بذر بخش تحقیقات ثبت و گواهی بذرو نهال مرکز بررسی و ارزیابی شد.

تعیین درصد جوانه زنی نهایی بذر

به منظور تعیین درصد جوانه زنی نهایی با اجرای آزمون جوانه زنی استاندارد (SGT) از بذر به دست آمده از روش های مختلف برداشت نمونه های جهت کشت (300 بذر در سه تکرار 100 بذری) درون ظروف پلاستیکی درپوش دار در بستر کشت مابین لایه کاغذی جوانه زنی و افزودن میزان رطوبت کافی به بستر کشت و قرار دادن ظروف درون ژرminatور به مدت 7 روز تحت دمای 25 درجه سلسیوس مطابق استانداردهای انجمن بین المللی آزمون بذر ISTA اجرا و پارامترهای لازم اندازه گیری شد (Anonymous, 2007). در پایان دوره اجرای این آزمون تعداد گیاهچه های عادی بر مبنای معیارهای انجمن بین المللی آزمون بذر تعیین گردیده و به عنوان درصد جوانه زنی نهایی و قوه نامیه بذر منظور گردید. ضمن شمارش روزانه بذرهای جوانه زده سرعت جوانه زنی به عنوان شاخصی از بنیه بذر تعیین شد. سرعت جوانه زنی روزانه نیز که عکس متوسط جوانه زنی روزانه می باشد از رابطه 3 محاسبه گردید (Hunter et al., 1983).

اندازه گیری عملکرد و ظرفیت مزرعه ای

هم زمان با شروع کار ماشین های برداشت در هر قطعه آزمایشی برای هر یک از روش های مورد استفاده، زمان کل با زمان سنج اندازه گیری و با استفاده از رابطه (1) ظرفیت مزرعه ای مؤثر هر از ادوات محاسبه شد (روزبه ولغوی، 1385).

$$FC_e = \frac{A}{Tt} \times 100 \quad (1)$$

که در آن A سطح کار شده بر حسب هکتار Tt زمان کل صرف شده بر حسب ساعت و FCE ظرفیت مزرعه ای مؤثر کمباین بر حسب هکتار در ساعت است.

برای محاسبه عملکرد مواد دانه ای (تن بر هکتار) بعد از خشک شدن و جدا کردن چوب بلال از متوسط سطح برداشت شده بر آورد و از رابطه زیر محاسبه گردید (Mostofi sarkari, 2012).

$$Y = \frac{M}{A} \times 10 \quad (2)$$

Y=عملکرد مواد دانه ای (تن بر هکتار)، M=وزن مواد دانه ای (کیلوگرم) و A=سطح برداشت نمونه (مترمربع).

اندازه گیری شاخص های کیفی بذر در فرایند

تولید هیبرید ذرت

در هر مرحله از فرایند تولید بذر در رطوبت ها و روش های برداشت، برخی شاخص های کیفی نظیر درصد شکستگی و درصد ترک خوردگی به تفکیک اندازه و

جایگزینی هر یک از تیمارها توسط سایر تیمارها بررسی گردید. سپس با استفاده از تحلیل ارجحیت سرمایه‌گذاری، اقتصادی‌ترین تیمار انتخاب شد. (Mostofi sarkari, 2012; Mobasser and Niamanesh, 2017). هزینه‌های تولید یک هکتار بذر هیبرید ذرت، شامل هزینه‌های آماده‌سازی زمین، تهیه نهاده‌ها، هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت می‌باشد. تمام هزینه‌های یاد شده در بین چهار تکنیک برداشت مشترک هستند. برای محاسبه هزینه تولید کل در هر تیمار بایستی هزینه‌های برداشت هر تیمار که متفاوت می‌باشد به هزینه‌های مشترک اضافه گردد. نهایتاً محاسبات آماری داده‌های این پروژه با استفاده از نرم‌افزار SAS.9.2 و MSTAT-C و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام رفت (Mobasser and Niamanesh, 2017).

نتایج و بحث

ظرفیت موثر مزرعه‌ای

نتایج تجزیه و تحلیل ظرفیت زراعی ماشینی با استفاده از چهار روش برداشت برای بذر هیبرید ذرت رقم 704 نشان داد روش برداشت با پیکر هاسکر خودگردان ساخت شرکت خارجی بورگن فرانسه برای برداشت آن موثر بود. نتایج بیان می‌کند با توجه به اینکه حدود 80 درصد بذر هیبرید ذرت کشور در مغان تولید می‌شود با این روش ضمن برداشت به موقع نسبت به روش‌های رایج، کیفیت بذر هسته اصلی ذرت کشور مطلوب‌تر می‌گردد. مطابق شکل 1 نتایج نشان می‌دهد میانگین ظرفیت موثر مزرعه‌ای پیکر هاسکر خودگردان ساخت شرکت بورگن فرانسه با 1/17 هکتار در ساعت بیشترین ظرفیت را داشته است در حالی که در روش برداشت با پیکر هاسکر کششی پشت تراکتوری حداکثر می‌توان میانگین 0/2 هکتار در ساعت را برداشت نمود. در روش برداشت با کمباین که با ورود کمباین جدید کنار گذاشته شده است میانگین ظرفیت موثر مزرعه‌ای حدود 0/6 هکتار در ساعت بود. همچنین

$$DGS = 1/MDG \quad (3)$$

تعیین بنیه بذر¹ (SVI)

برای تعیین و ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه تیمارهای موردنظر در پایان اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد تعداد 10 گیاهچه عادی از هر تیمار بطور تصادفی انتخاب شده و طول کل گیاهچه، ساقه اولیه و ریشه اولیه با استفاده از خط کش مدرج بر حسب سانتی‌متر و وزن تر گیاهچه با ترازوی دیجیتالی دقیق تعیین شد. سپس با قرار دادن نمونه در آن تحت دمای 80 درجه سلسیوس به مدت 48 ساعت مجدداً توزین، و شاخص بنیه بذر با استفاده از رابطه 4 تعیین شد (Abdul- Baki and Anderson, 1973).

$$(SVI) = \quad (4)$$

(میانگین طول ساقه اولیه + میانگین طول ریشه اولیه) * درصد جوانه‌زنی

اندازه‌گیری درصد شکستگی و ترک خوردگی بذر

به منظور تعیین درصد شکستگی و ترک خوردگی بذرهای تیمارهای مورد بررسی، نمونه بذر انتقال یافته به آزمایشگاه تجربه بذر قبل از اجرای آزمون جوانه‌زنی تجزیه فیزیکی انجام شده و درصد بذرهای شکسته آن تعیین شد (Anonymous, 2007). سپس بخشی از نمونه بذر جهت تعیین ترک خوردگی تحت آزمون میزان هدایت الکتریکی بذر قرار گرفته و با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی میزان هدایت الکتریکی ناشی از تراوشات بذر درون محلول از خیساندن بذر به روش توده‌ای و تک توده‌ای و تک بذر به عنوان شاخصی از میزان ترک خوردگی و بنیه بذر تعیین شد (Hampton and Tekrony, 1995).

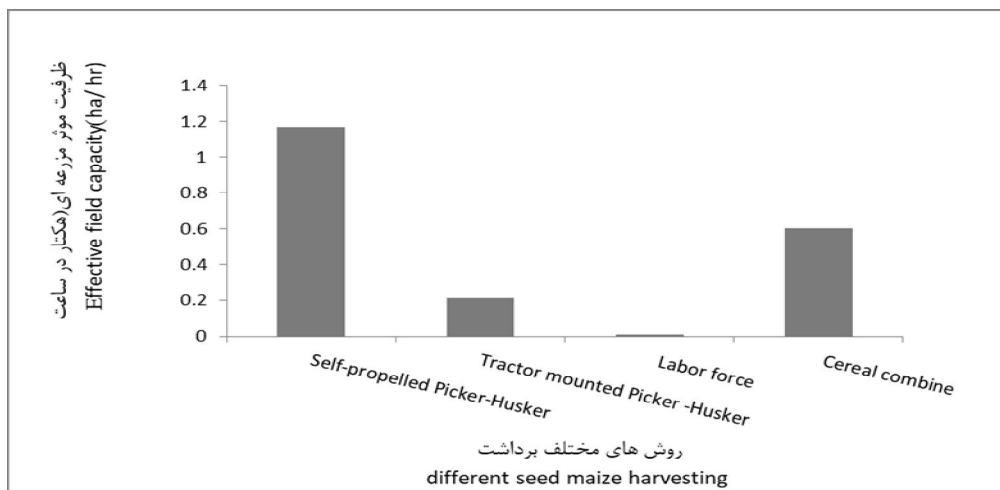
ارزیابی اقتصادی

به منظور ارزیابی و تحلیل اقتصادی این پروژه، ابتدا با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی، سودآوری هر یک از تیمارها برآورد شده در نهایت اقتصادی و غیراقتصادی بودن

¹ Seedling vigour index

بوده انجام می گیرد که درمقایسه با روش برداشت مکانیزه ظرفیت زراعی درحد صفر است.

نتایج روش برداشت بذر هیبرید ذرت با تأمین متوسط 25-22 نفر کارگر که کاری سخت و طاقت فرسا



شکل 1- ظرفیت مؤثر مزرعه ای روش های مختلف برداشت ذرت بذری

Fig. 1- Effective field capacity for different seed maize harvesting strategies.

برداشت با میزان رطوبت مختلف بذر در زمان برداشت روندی مطابق میزان درصد شکستگی بذرها داشته است (جدول 2).

مقایسه میانگین درصد ترک خوردگی نشان داد بیشترین میانگین ترک خوردگی بذر با 30/44 درصد در استفاده از روش متداول (برداشت مستقیم با کمباین) بوده و کمترین ترک خوردگی بذر با 5/22 درصد در روش دستی بود. متوسط ترک خوردگی بذر در روش برداشت با پیکر هاسکر خودگردان و کشتی به ترتیب 11/33 و 11/22 درصد که در یک سطح آماری قرار داشتند (جدول 3). این ترک خوردگی شامل ترک های ریز تا ترک های درشت و قابل رؤیت با چشم غیر مسلح می باشد که نحوه تأثیر آن بر خواص کیفی بذر قابل بررسی می باشد که نوع ترک ها و اندازه آن ها تأثیر متفاوتی بر جوانه زنی نهایی و خصوصیات گیاهی خواهند داشت. یافته های این تحقیق با تحقیقات محققان دیگر (Mobasser and Niamanesh, 2017; Gazor and Hamidi, 2010) مطابقت دارد.

بررسی شکستگی و ترک خوردگی بذرها در روش های مختلف برداشت

نتایج بررسی نشان داد که در هر چهار تکنیک برداشت با میزان رطوبت مختلف بذر در زمان برداشت میزان شکستگی بذر بعد از اتمام فرایند تولید بذر (خشک کردن، بوجاری و جداسازی) از لحاظ آماری در سطح 1% معنی دار بود (جدول 2). بلال های خشک شده وارد شیلر و بذرها دان شدند. مقایسه میانگین درصد شکستگی در روش های مختلف برداشت بذر هیبرید ذرت نشان داد بیشترین و کمترین درصد شکستگی به ترتیب با 15/66 و 3/66 درصد در استفاده از روش متداول و دستی بود. متوسط شکستگی بذر در برداشت با پیکر هاسکر خودگردان و کشتی به ترتیب 7/11 و 7/14 درصد و در یک سطح آماری قرار داشتند (جدول 2). این نتایج با پژوهش دیگر محققین در بررسی میزان شکستگی بذر هیبرید ذرت همخوانی دارد (Mobasser and Niamanesh, 2017; Gazor and Hamidi, 2010). نتایج آنالیز واریانس میزان ترک خوردگی بذرها نشان داد که در هر چهار تکنیک

جدول 2- آنالیز واریانس ویژگی‌های فیزیکی ذرت بذری در محتوی رطوبتی و روش‌های برداشت

Table 2- Analysis of variance for seed maize physical properties for different moisture contents and harvesting strategies.

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (Df)	میانگین مربعات (MS)	
		دانه‌های شکسته شده Seed breakage percent	دانه‌های ترک خورده Seed cracking percent
تکرار (R)	2	0.027 ^{ns}	3.58 ^{ns}
رطوبت محصول Seed moisture content	2	14.19 ^{ns}	1.32 ^{ns}
E(a)	4	0.69	0.91
روش برداشت Harvest Method	3	333.28 ^{**}	1074.74 ^{**}
رطوبت محصول × روش برداشت Harvest Method × moisture content	6	4.89 ^{ns}	11.40 ^{**}
E(b)	18	1.13	1.21
جمع کل Total	35	-	-
ضریب تغییرات (C.V)		12.59	7.50

ns, ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال آذرصد

ns and **: Non-significant and significant at 1% level, respectively

جدول 3- مقایسه میانگین درصد دانه شکسته شده و ترک خورده ذرت بذری در روش‌های مختلف برداشت

Table 3- Comparison of the average percentages of seed breakage and cracking percentages for different harvest strategies.

روش برداشت Harvest strategy	ویژگی کیفی ذرت بذری Quality properties of seed maize	
	دانه‌های شکسته شده (درصد) Seed breakage percent (%)	دانه‌های ترک خورده (درصد) Seed cracking percent (%)
پیکر هاسکر خودگردان ساخت بورگون فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	7.11 b	11.33 b
پیکر هاسکر کششی Tractor mounted Picker -Husker	7.44 b	11.66 b
برداشت دستی Labor force	3.66 a	5.22 a
کمباین غلات مجهز به دماغه ذرت Cereal combine with maze head	15.66 c	30.44 c

بذر تولیدی به صورت بذر شکسته و خرد شده از خط تولید خارج می‌شدند از سوی دیگر در محصول نهایی باقی می‌مانند که به دلیل آسیب دیدگی احتمالی جنین یا تجمع قارچ‌ها و عوامل بیماری‌های گیاهی در بذرهای ترک

در مجموع خسارت ناشی از درصد شکستگی و ترک خوردگی بذرها در حین فراوری در روش برداشت با کمباین که تا دو سال پیش رواج داشت به ترتیب حدود 15 و 30 درصد بود. به عبارتی به طورمتوسط 45 درصد

بلال با استفاده از خشک کن های مخصوص دانه، اختلاف آماری معنی داری داشت (جدول 4). همچنین مقایسه میانگین صفات مربوط به کیفیت فیزیولوژیکی بذر هیبرید ذرت با چهار روش برداشت نشان داد برداشت دستی با میانگین 90% بالاترین درصد جوانه زنی را داشته و روش برداشت با پیکرهاسکر خودرو و دنباله بند با متوسط حدود 86 درصد بود. در حالی که در برداشت با روش مرسوم میزان درصد جوانه زنی نهایی در پایین ترین سطح با 77/37 درصد قرار داشت (جدول 5). نتایج تحلیل آماری و مقایسه میانگین از لحاظ صفات سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر نیز روند تقریباً مشابه با درصد جوانه زنی نهایی بذر داشته است (جدول 4 و 5). همچنین نتایج مقایسه میانگین برداشت با محتوی رطوبتی مختلف نشان داد برداشت بذرهیبرید ذرت با پیکرهاسکر خودگردان ساخت شرکت بورگن فرانسه در میزان رطوبت 29 درصد سودآورترین تکنیک برداشت و مورد رغبت کشاورزان بود (جدول 6). نتایج اثر متقابل روش های مختلف برداشت در محتوی رطوبتی نشان داد تکنیک برداشت بلال چینی و استفاده از پیکرهاسکر خودگردان با محتوی رطوبتی 25 درصد در اکثر شاخص های مورد بررسی منجمله میزان ترک خوردگی بذرها، سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر مناسب بود (جدول 7).

در مجموع برداشت بلال های بذری به صورت دستی یا با دستگاه پیکرهاسکر و در رطوبت بالا می تواند برداشت ذرت بذری را حداقل یک ماه جلو اندازد. با این فرایند تخلیه زودهنگام زمین در اوایل پائیز، موجب کشت به هنگام محصول پائیزه خواهد شد. با این کار ضایعات ناشی از برداشت مستقیم با کمباین که حدود 15 درصد است به نصف کاهش خواهد یافت. همچنین بلال های برداشت شده، قبل از ورود به سیستم خشک کنی، سورت شده و بلال های سالم وارد شیلر خواهد شد. سایر ارقام و آلوده به بیماری ها جداسازی می شود. این عمل باعث افزایش خلوص ژنتیکی و سطح سلامت بذرها تولیدی می شود. در روش برداشت مستقیم چنین امکانی وجود

دارد، کاربرد این گونه بذرها ریسک جوانه زنی بذرو ظاهر شدن گیاهچه را افزایش داده و گاهاً منجر به عدم ظهور گیاهچه یا بدسبزی خواهند شد.

آمارهای موجود در وزارت جهاد کشاورزی نشان می دهد که سالانه حدود 10 هزار تن بذر ذرت هیبرید ذرت در مغان تولید می شود (Anonymous, 2006). در شرایط امروزی، اگر قیمت هر کیلو بذر هیبرید ذرت 150000 ریال در نظر گرفته شود سالیانه حدود 1550 تن از بذرها تولید شده در حین فرایند تولید دچار شکستگی شده و حدود 232 میلیارد ریال از درآمد تولید کنندگان بذر از بین می رود. اگر بذرها ترک دار را نیز به مجموعه خسارات بذر اضافه کنیم حدود 3000 تن بذر ذرت نیز دچار شکستگی شده که ارزش مالی آن به 450 میلیارد ریال می رسد. نتایج بیانگر این است که مبالغ هنگفتی از منابع ارزی و ریالی کشور به هدر می رود که با ارائه راهکار مناسب برداشت بلال چینی به روش دستی یا ماشینی می توان بر این مشکل فائق آمد. با بررسی انجام شده مشخص گردید میزان تلفات و خسارت ناشی از بکارگیری کمباین پیکرهاسکر وارداتی از شرکت بورگن فرانسه ضمن برداشت به موقع و با ظرفیت مزرعه ای موثر بیش از یک هکتار در ساعت میزان اتلاف و ضایعات بذر هیبرید ذرت از 45 درصد مجموع شکستگی و ترک خوردگی ناشی از برداشت با روش مرسوم به متوسط 17 درصد می رسد که نهایتاً حدود دو سوم بذر ذرت تولیدی به چرخه تولید برگشت داده می شود. مبصر و همکاران نیز در تحقیقی دیگر نتایج کم و بیش مشابهی ارائه نمودند (Mobasser and Niamanesh, 2017).

کیفیت فیزیولوژیکی بذر

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در کیفیت فیزیولوژیکی بذر هیبرید ذرت نشان می دهد درصد و سرعت جوانه زنی در روش برداشت با پیکرهاسکر و دستی که بلال چینی انجام می شود نسبت به روش برداشت مستقیم با کمباین و خشک کردن بذرها جدا شده از

کاشت، داشت و برداشت می شود. طبق نتایج، در سال مورد بررسی (1396) متوسط هزینه تولید مشترک در هکتار بذر هیبرید ذرت دانه ای در منطقه مغان 144750 هزار ریال محاسبه گردید.

ندارد. نهایتا بذردرت هیبرید، می تواند ضمن حذف کامل خسارات وارد چرخه تولید گردد.

ارزیابی فنی و اقتصادی روش های برداشت

هزینه های تولید یک هکتار بذر هیبرید ذرت، شامل هزینه های آماده سازی زمین، هزینه تهیه نهاده ها، هزینه های

جدول 4- آنالیز واریانس کیفیت فیزیولوژیکی ذرت بذری در محتوی رطوبتی و روش های برداشت

Table 4- Analysis of variance for seed maize physiological quality for different moisture contents and harvesting strategies.

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (Df)	میانگین مربعات (MS)		
		جوانه زنی نهایی (درصد) Final germination (%)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Geminaton Speed (seed on day)	شاخص بنیه گیاهچه (-) Seedling vigour index (-)
تکرار (R)	2	0.81	0.219	1330.36
رطوبت محصول Seed moisture content	2	34.31**	4.93**	62689.05**
E (a)	4	0.45	0.08	6385.05
روش برداشت Harvest Method	3	265.65**	44.36**	433022/8**
رطوبت محصول × روش برداشت Harvest Method × moisture content	6	16.48**	2.82 ^{ns}	39907.34**
E(b)	18	2.15	0.38	8422.91
جمع کل Total sum	35	-	-	-
ضریب تغییرات (CV)	6.31	1.72	1.84	4.19

ns, ** : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns and **: Non-significant and significant at 1% level, respectively

جدول 5- مقایسه میانگین نمایه های کیفیت فیزیولوژیکی ذرت بذری در روش های مختلف برداشت

Table 5- Comparison of mean physiological quality indices for different harvest strategies of seed maize.

روش برداشت Harvest strategy	جوانه زنی نهایی (درصد) Final germination (%)	سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Geminaton Speed (seed on day)	شاخص بنیه گیاهچه (-) Seedling vigour index (-)
پیکر هاسکر خود گردان ساخت بورگوئن فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	86.61 b	32.37 b	2256.52 b
پیکر هاسکر کششی Tractor mounted Picker -Husker	86.70 b	32.32 b	2258.58 b
برداشت دستی Labor force	90.01 a	36.22 a	2372.31 a
کمیابین غلات مجهز به دماغه ذرت Cereal combine with maze head	77.37 c	31.11 c	1870.66 c

جدول 6- مقایسه میانگین ویژگی‌های مورد بررسی ذرت بذری در میزان رطوبت مختلف برداشت

Table 6- Comparison of mean properties of seed maize at different seed moisture content values.

رطوبت محصول (درصد) Seed moisture content (%)	جوانه‌زنی نهایی (درصد) Final germination (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination Speed (seed on day)	شاخص بنیه گیاهچه (-) Seedling vigour index (-)
29	85.65 a	33.72 a	2262.92 a
25	86.39 a	32.50 b	2187.22 ab
21	83.24 b	32.79 b	2118.42 b

جدول 7- مقایسه میانگین اثر متقابل ویژگی‌های مورد بررسی ذرت بذری با میزان رطوبت در روش‌های مختلف برداشت

Table 7- Comparison of mean interaction of studied seed maize properties for different seed moisture contents and harvesting strategies.

رطوبت محصول (درصد) Seed moisture content (%)	روش برداشت Harvest Method	جوانه‌زنی نهایی (درصد) Final germination (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination Speed (seed on day)	شاخص بنیه گیاهچه (-) Seedling vigour index (-)
29	پیکر هاسکر خودگردان ساخت بورگوئن فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	10.00 d	89.05a	2508.24a
	پیکر هاسکر کششی Tractor mounted Picker -Husker	10.33d	89.10a	2330.78bc
	برداشت دستی Labor force	6.00 e	90.47a	2413.92ab
	کمیابین غلات مجهز به دماغه ذرت Cereal combine with maze head	32.33a	74.91c	1798.72 e
25	پیکر هاسکر خودگردان ساخت بورگوئن فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	11.00d	88.36b	2250.5bcd
	پیکر هاسکر کششی Tractor mounted Picker -Husker	10.66d	87.79b	2167.13cd
	برداشت دستی Labor force	4.66e	90.10a	2386.33ab
	کمیابین غلات مجهز به دماغه ذرت Combine cereal with maze head	31.00a	79.29b	1940.04e
21	پیکر هاسکر خودگردان ساخت بورگوئن فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	13.00c	82.40b	2183.42cd
	پیکر هاسکر کششی Tractor mounted Picker -Husker	14.00c	83.20 b	2100.36d
	برداشت دستی Labor force	5.00e	89.45a	2316.66bc
	کمیابین غلات مجهز به دماغه ذرت Cereal combine with maze head	28.00b	77.91c	1873.21e

10000 هزار ریال در هکتار و با ظرفیت موثر مزرعه‌ای 0/2 هکتار در روز کاری و درصد ضایعات 7/44 درصد، یعنی متوسط حدود 223 کیلوگرم بذر از دسترس خارج شد. در روش برداشت جدید یعنی استفاده از پیکرهاسکر خودگردان فرانسه، با توجه به نتایج جدول 3 ظرفیت موثر مزرعه‌ای 1/17 هکتار در ساعت بود یعنی با پیکرهاسکر خودگردان فرانسه می‌توان به طور متوسط روزانه بیش از 12 هکتار بذر ذرت را برداشت نمود و هزینه به کارگیری آن برای یک هکتار در حدود 8000 هزار ریال بود. در این روش برداشت حدود 7/11 درصد ضایعات وجود داشت. نتایج تجزیه و تحلیل هزینه و منافع کاربرد روش‌های مختلف برداشت برای یک هکتار بذر هیبرید ذرت نشان می‌دهد برداشت ذرت با پیکرهاسکر خودگردان ساخت فرانسه دارای بیشترین سودآوری و کمترین هزینه می‌باشد، چرا که سودخالص و هزینه متغیر کاربرد این تیمار برداشت به ترتیب 100580 و 150250 هزار ریال برآورد گردید که نسبت به تیمارهای برداشت ذرت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری، دستی و کمباین به ترتیب 11/41، 8/08 و 17/28 درصد افزایش سودآوری داشت (جدول 8).

برای تحلیل اقتصادی این مطالعه، پس از استفاده از روش بودجه بندی جزئی، با استفاده از تحلیل ارجحیت سرمایه گذاری، اقتصادی و غیراقتصادی بودن جایگزینی هر یک از تیمارها توسط سایر تیمارها بررسی و اقتصادی‌ترین تیمار آزمایش انتخاب شد.

از نظر تکنیک مورد بررسی، جایگزینی تیمار برداشت بذر هیبرید ذرت با پیکرهاسکر خودگردان توسط روش برداشت با دستگاه پیکرهاسکر پشت تراکتوری غیراقتصادی است، زیرا در صورت جایگزینی، هزینه افزایش و درآمد کاهش خواهد یافت. جایگزینی روش برداشت بذر هیبرید ذرت با پیکرهاسکر خودگردان توسط روش دستی غیراقتصادی است، زیرا در صورت جایگزینی، افزایش هزینه بیشتر از افزایش درآمد خواهد بود. همچنین جایگزینی روش برداشت ذرت بذری با پیکرهاسکر خودگردان توسط تیمار برداشت با کمباین

به تفکیک متوسط هزینه اجاره بهاء زمین کشت شده بر اساس عرف منطقه 90000 هزار ریال، هزینه‌های آماده‌سازی زمین (دو بار شخم با تراکتور، سه بار دیسک، دو بار لولر و یک بار فاروزنی) جمعاً 4000 هزار ریال، هزینه تهیه نهاده‌ها (تهیه 25 کیلوگرم بذر والدین ذرت 6250 هزار ریال، کودها و سموم علف کش و حشره کش جمعاً حدود 11500 هزار ریال، کاشت (شامل یک بار سمپاشی علیه علف‌های هرز قبل از کاشت، یک بار کودپاشی قبل از کاشت، یک بار بذر کاری خطوط مادری، یک بار بذر کاری خطوط پدری اول و دوم) جمعاً حدود 8000 هزار ریال و هزینه داشت جمعاً حدود 25000 هزار ریال برآورد گردید. تمام هزینه‌های یاد شده در بین چهار تکنیک (برداشت دستی، کمباین معمولی، پیکرهاسکر پشت تراکتوری و خودگردان) مشترک می‌باشند. برای محاسبه هزینه تولید کل در هر تیمار بایستی هزینه‌های برداشت هر تیمار که متفاوت می‌باشد به هزینه‌های مشترک اضافه گردد. در سال مورد بررسی (1396) هزینه‌های برداشت تیمارهای مختلف، برداشت بذر ذرت با دست بر اساس عرف منطقه با تأمین به طور متوسط 25-22 نفر نیروی انسانی به ازای هر هکتار صورت می‌گیرد که هزینه به موقع انجام نشدن عملیات حدود 30000 هزار ریال به ازای هر هکتار برآورد گردید. عملکرد نهایی کل مزرعه 18 هکتاری مورد بررسی به طور متوسط 3000 کیلوگرم در هکتار بود. با توجه به نتایج در شیوه برداشت با دست، 3/66 درصد محصول ضایع شد. در واقع در برداشت به شیوه دستی حدود 110 کیلوگرم بذر هیبرید از چرخه تولید خارج می‌شود، بنابراین بذر قابل استحصال 2890 کیلوگرم می‌باشد. در روش برداشت با کمباین غلات هزینه برداشت یک هکتار بذر هیبرید ذرت در سال مورد بررسی به طور متوسط 2000 هزار ریال بود. در این شیوه برداشت حدود 16 درصد محصول یعنی 480 کیلوگرم بذر از دسترس خارج می‌شود. در روش برداشت با پیکرهاسکر پشت تراکتوری، هزینه برداشت در سال مورد بررسی مبلغ معادل

غلات مجهز به دماغه ذرت غیراقتصادی است، زیرا در صورت جایگزینی، هزینه افزایش و درآمد کاهش خواهد یافت. بنابراین سرمایه گذاری در تکنیک برداشت بذریهیرید ذرت با استفاده از پیکرهااسگر خودگردان از جمله ساخت شرکت بورگن فرانسه ارجحیت دارد زیرا که سود خالص بیشتری را با هزینه کمتری نسبت به سایر تکنیک‌های برداشت دارد (جدول 9).

جدول 8 - هزینه و منافع روش‌های مختلف برداشت ذرت بذری

Table 8- Cost and benefit of different seed maize harvesting strategies.

روش برداشت Harvest Method	ضایعات (درصد) Losses (%)	هزینه متغیر کاربرد روش (هزارریال) Variable costs (Thousand Rail)	درآمد ناخالص با کسر ضایعات (هزارریال) Gross Income (Thousand Rail)	درآمد خالص (هزارریال) Net Income (Thousand Rail)
پیکر هاسگر خودگردان ساخت بورگوئن فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	7.11	150250	250830	100580
پیکر هاسگر کششی Tractor mounted Picker -Husker	7.44	162250	250920	88670
برداشت دستی Labor force	3.66	167650	260100	924450
کمباین غلات مجهز به دماغه ذرت Cereal combine with maze head	15.66	144250	226800	82550

جدول 9 - ارزیابی اقتصادی جایگزینی تکنیک‌های برداشت مورد بررسی با پیکرهااسگر خودگردان

Table 9- Economical assessment of replacing of the studied harvesting strategies with self-propelled picker husker technique.

روش برداشت Harvest Method	تغییر در درآمد ناشی از جایگزینی (هکتار/ هزار ریال) Income changes due to replacement	تغییر در هزینه ناشی از جایگزینی (هکتار/ هزار ریال) Cost changes due to replacement	ارجحیت سرمایه گذاری Preferred Investment
پیکر هاسگر خودگردان ساخت بورگوئن فرانسه Self-propelled Picker-Husker (Borgen France)	-	-	-
پیکر هاسگر کششی Tractor mounted Picker -Husker	+11910	-2000	دارد
برداشت دستی Labor force	+2730	-22000	دارد
کمباین غلات مجهز به دماغه ذرت Cereal combine with maze head	+18030	+6000	دارد

وصنعت پارس به لحاظ تامین مالی و فراهم آوردن امکانات لازم در اجرای پروژه تقدیر و تشکر می‌گردد.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل و شرکت ملی کشت

Reference**منابع**

- Abdul-Baki, A. A., and J. D. Anderson. 1973.** Relationship between decarboxylation of glutamic acid and vigour in soybean seeds. *Crop Sci.* 13: 222-226.
- Anonymous, .2007.** International rules for seed testing .International seed testing association (ISTA), Zurich, Switzerland.
- Anonymous, 2006.** The plan to increase the production of corn in the country in 2001-2011. Ministry of Jihad-e Agriculture. (In Persian)
- Anonymous, 2015.** Ministry of Jihad-e Agriculture Statistics. Available at: (In Persian). Ministry of Jihad-e Agriculture.
- Chogan, R. 2004.** Hybrid maize seed production. Agricultural & natural resources research organization Seed and plant improvement institute. (In Persian, with English Abstract).The final research report. Areeo.
- Dillon, J., L. Hardaker, and J. Brian. 1993.** Farm management research for small farmer development. FAO Farm systems management series. FAO. No.6.
- Gazor, H. R., and A. Hamidi. 2010.** Agricultural & natural resources research organization. Research Institute of Agricultural Engineering. (In Persian, with English Abstract).The final research report. Areeo.
- Hampton, J.G., and D.N. Tekrony. 1995.** Handbook of vigor test methods, 3rd. International seed testing association (ISTA), Zurich, Switzerland.
- Hanna, H.M., and L.V. Fossen. 1995.** Profitable Corn Harvesting, Department of Agricultural and Biosystems Engineering, Iowa State University.
- Hunter, E.A., C.A. Glasbey, and R.E.L. Naylor. 1984.** The analysis of data from germination tests. *Journal of Agricultural Science. Cambridge.* 102:207-213.
- Mobasser, S., and H. Niamanesh. 2017.** An analytical survey on the most efficient hybrid maize seed harvest and processing method emphasizing on economic value added method. (In Persian, with English Abstract). *Iranian J. Seed Sci. Technol.* 6(1): 113-130.
- Mostofi sarkari, M.R. 2012.** Evaluation and technical-economical comparison of performance of new wheat combines with conventional combines to improve and modification. *J. Agric. Mach.* 1 (1): 10-16.
- Navratil, R.J., and J.S. Burris. 1984.** The effect of drying temperature on corn seed quality. (In Persian, with English Abstract). *Can. J. Plant Sci.* 64: 487-496.
- Norolsena, R. 2003.** Statistical quality control. Authored by Duglass C Mokgmerly. Univ. Sci. Technol.
- Price, T. 1997.** Growing dry land maize, Agricultural Extension Office, Northern Territory, Australia. Scott SJ, RA, Jones Williams WA. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Sci.* 24: 1192-1199
- Tolera, A., F. Sundstool, and A.N. Said. 1998.** The effect of stage of maturity on yield and quality of maize grain and stover. *Animal-Feed-Sci.-and Technol.*
- Van Gastel, A. J. G., M. A. Pagnotta, and E. Proceddu, 1996.** Seed science and technology. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Wych, R.D. 1988.** Production of hybrid seed corn. p. 565-607. In G.G. Sprague and J.W. Dudley (ed.) *Corn and corn improvement.* Agron. Monogr. 18, 3rd ed. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.

