ارزیابی و مقایسه چاپر جدید(ترکیب کلاس و گیل) نسبت به چاپر مرسوم از دیدگاه فنی زراعی در محصول ذرت سیلویی

افشین ایوانی[۱]، کریم گرامی[۲]

۱- استادیار موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی eyvani@yahoo.com
۲- پژوهشگر موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

چکیده

اگر چه تحقیقات زیادی روی کمیت و کیفیت ذرت سیلویی در جهان و ایران صورت گرفته اما کمتر پژوهشی ازمنظر چند تخصصی به این مطلب توجه نموده است. چاپری که بتواند علوفه سیلویی را با فاصله ردیفهای کمتر از استاندارد ۷۵ سانتی متر برداشت و به درستی خرد نماید وجود نداشت. این پژوهش به مدت دو سال زراعی، در مناطق اسلامشهر و کرج مورد ارزیابی فنی قرار گرفت. قسمت مربوط به ارزیابی عملکرد فنی زراعی چاپر جدید و مقایسه آن با چاپر مرسوم در قالب طرح آماری آنالیز مرکب (Combine analyses) با سه ایستگاه ماشینی شامل :a1 : چاپر کلاس با فاصله ردیف ۷۵ سانتی متر a2 : چاپر جدید با فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر a3 : چاپر جدید با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر هر یک از آنها برای پنج میزان از تراکم بوته در هکتار شامل : (b۱ = ۷۰ ، b۲ = ۸۰ ، b۳ = ۹۰ ، b۴ = ۱۰۰ و b۵ = ۱۳۰ هزار) و در سه تکرار جمعاً شامل ۴۵ کرت آزمایشی انجام شد. طول هر کرت ۳۰ متر وعرض آنها عبارت از ۸ ردیف کشت که بسته به فاصله ردیفهای کشت این عرض بین ۴ تا ۶ متر متغیر است. فاصله بین دو کرت مجاور، ۳ متر برای شروع عملیات درو در نظر گرفته شد. دستگاه چاپر جدید که برای درو و خرد کردن ذرت سیلویی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر اصلاح گشته است با چاپر مرسوم در منطقه که مدل (CLAAS) دو ردیفه می باشد، مقایسه شد. از نظر یکنواختی طول قطعات خرد شده (GML) که فاکتور مهمی در کیفیت کار یک چاپر است، این ماشین اختلاف معنی داری با نوع خارجی ندارد. ظرفیت زراعی این چاپر نیز در حدود ۰/۶ha/hr بدست آمد و از این لحاظ نیز با چاپرهای دو ردیفه مرسوم قابل رقابت است. پراکنش طول قطعات خردشده توسط چاپر ها، در سال اول از نظر آماری متفاوت نبود، اما در سال دوم که برخی از اصلاحات تکنیکی روی مکانیزم برش چاپر جدید صورت گرفت، این چاپر توانست با پراکنشِ ۲/۱۵ به طور معنی داری از چاپر مرسوم ، با پراکنش ۲/۳۳ جلو بیفتد.

کلمات کلیدی: چاپر، ذرت سیلویی

مقدمه

ذرت یکی از گیاهان زراعی خانواده غلات است که سطح زیر کشت آن همگام با پیشرفت و توسعه دامپروریها و همچنین به علت سازگاری خوب این گیاه باشرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور رو به افزایش است (انتظاری، ۱۳۷۲، خدابنده، ۱۳۷۴). ذرت علوفه ای به علت دارا بودن مواد قندی و نشاسته ای زیاد و عملکرد قابل توجه، یکی از بهترین و مناسب ترین نباتات علوفه ای جهت تولید علوفه سبز و سیلو محسوب می شودو به هنگام سیلو شدن به علت سرشار بودن از قند و سایر هیدرات های کربن به مواد افزودنی نیاز ندارند (خدابنده، ۱۳۷۴).

تحقیقات دامنه داری که برای تبیین علمی فرآیند برش علوفه در چند دهه اخیر صورت گرفته طیف وسیعی از پارامترهای قابل اندازه گیری و مهم در این مورد را پوشش می دهد. اساس کار یک چاپر بر مبنای برش استواراست. تعریف برش از نظر علمی عبارت از فرآیند تقسیم مکانیکی یک جسم جامد است در طول یک مسیر از پیش تعیین شده با استفاده از یک ابزار برش که ویژگی های لبه برنده ابزار کاملاً تعریف شده باشد(Koniger, 1953)، اگر چه برش در موارد خاص اسامی متفاوتی دارد که به نوع وسیله برش یا روش برش بستگی دارند مانند : hopping, Chipping, Dicing, Slicing, Splitting, Sawing, Mowing اما در یک چاپر ذرت معمولاً دو نوع از سیستم های برش بالا وجود دارد(Chopping, Mowing) .(Persson, 1987) استاندارد بین المللی (ISO 8909, 1-3, 1994) در رابطه با تست و ارزیابی عملکرد یک چاپر جدید تعاریف زیر را ارائه می دهد :

۱- ماشین مورد آزمون که عبارت است از ماشینی که خصوصیات آن می‌باید مورد ارزیابی قرار گیرد

۲- ماشین مبناء ماشینی که دارای طراحی استاندارد بوده وخصوصیات آن دانسته شده است و باید در کنار ماشین مورد آزمون و در همان شرایط به کار گرفته شود.

از آنجا که در تحقیق حاضر ماشین مبناء در واقع چاپر مرسوم در منطقه بوده و عبارت از یک دستگاه چاپر کلاس دو ردیفه با عرض کار ۷۵ سانتی متر است لذا برای اطمینان از عدم افت کیفیت از طراحی استاندارد اولیه اش خصوصیات و ویژگی های یک چاپر استاندارد نیز باید کاملاً تبیین گردد، که ذیلاً خواهد آمد.

محققین مختلف در بررسی های خود برای نیل به طراحی یک چاپر مطلوب ذرت (با حداقل مصرف انرژی و حداکثر کارایی) به نتایج مختلفی رسیده اند. هرگونه تغییرات در پارامترهای مورد توصیه برای خرد کن، عمدتاً خود را بصورت افزایش انرژی برش و انرژی کل چاپر و همچنین کم و زیاد شدن متوسط طول ذرات خرد شده و انحراف معیار آنها نشان می دهد (Kepner, 1987).

افزایش علوفه ورودی به چاپر به خاطر زیاد شدن سرعت پیشروی یا پرپشت شدن مزرعه، طول ذرات خروجی از چاپر را نسبت به طول تئوری (TLOC)، افزایش می دهد. طول تئوری ذرات خروجی از چاپر، از حداقل (۶-۳) میلی متر تا حداکثر (۹۰-۲۵) میلی متر متغیر است. طول مناسب ذرات خرد شده برای خوک وگوسفند ۹ میلی متر وبرای گاوشیری ۱۳ میلی متر است (Kepner,

(1987. غلطکهای تغذیه نقش عمده ای را روی تنظیم و تثبیت طول تئوری ذرات خرد شده ایفا می‌نمایند. در واقع به حداقل رساندن تاثیرپذیری طول ذرات خروجی، نسبت به سرعت پیشروی، یا تغییرات تراکم علوفه درمزرعه، منبعث ازطراحی صحیح غلطکهای تغذیه چاپر است. بدیهی است کلیه اطلاعات وآمار توصیه شده توسط پژوهندگان مختلف بستگی کامل به عملکرد زراعی و خواص فیزیکومکانیکی محصول مورد نظر دارد و اگر به نحوی از انحاء عملکرد محصول در واحد سطح یا خصوصیات رئولوژیک و مکانیکی علوفه مورد نظر در آینده تغییر کند طراحی ها و پارامترهای ماشین نیز بر مبنای نیاز آتی تغییر خواهند یافت. لذا ضروری است تا خصوصیات فنی زراعی ذرت سیلویی در هنگام برداشت که نشان دهنده محیط و چارچوب کار محققین مختلف برای ارائه آمارها و توصیه های ایشان است نیز دانسته شود. تحقیقات نشان می دهد که حداکثر ظرفیت واقعی یک بطور معمول کمتر از حداکثر ظرفیت تئوری آن است. این امر عمدتاً بدلیل عدم یکنواختی، درمقدار علوفه ورودی به چاپر می باشد. بطور تخمینی در یک چاپر ذرت سیلوئی (با راندمان مزرعه ای ۱۰۰٪) حداکثر ظرفیت واقعی حدود ۷۰٪ حداکثر ظرفیت تئوری است. این کاهش در علوفه خشک به میزان ۶۰٪ می رسد (Kepner, 1987). طول واقعی ذرات علوفه خرد شده توسط چاپر معمولاً بزرگتر از طول تئوری آنها می‌شود. این امربه این علت است که راستای طولی علوفه ورودی به چاپر همیشه با راستای حرکت آنها به سمت مکانیزم برش هم جهت نیست. البته خروج مقداری از علوفه که دارای طولی کمتر از طول تئوری چاپر هستند ممکن است بعلت پاره شدن برگها و بافتهای نازک و یا کوبیده شدن و یا له شدن آنها باشد. همچنین مولفه نیروی ضربه‌ایکه برای پرت کردن علوفه خرد شده به سمت بالا به آنها وارد می شود نیز باعث کاهش واقعی مقداری از علوفه نسبت به طول تئوری چاپر می گردد (Wilkes, 1985). کرن و استونر (Crane and Stoner, 1982) در تحقیقات خود گزارش کردند که طول متوسط واقعی ذرات خرد شده توسط چاپر با کند شدن تیغه ضد برش افزایش می یابد (یعنی هنگامی که شعاع لبه تیغه ضد برش بیشتر از ۳ میلی متر گردد). همچنین به نظر آنها افزایش زاویه حمله تیغه استوانه برش در یک چاپر، انحراف معیار طول ذرات خرد شده را نسبت به متوسط طول واقعی ذرات بیشتر می کند. بررسی های مشاهده ای اولیه از مزارع ترویجی که در آنها ذرت سیلویی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر کشت شده بود ومقایسه با ذرت تحت کشت بر مبنای الگوی مرسوم (۷۵ سانتی متر) نشان داد که احتمالاً خصوصیات زراعی و مرفولوژیک محصول ومخصوصاً قطر ساقه ها، عملکرد در واحد طول و ارتفاع نیز تحت تاثیر تغییر الگوی کشت قرار دارد (ایوانی ۱۳۷۸).

۴- مواد و روشها

به منظور مطالعه و ارزیابی عملکرد فنی زراعی چاپر جدید و مقایسه آن با چاپر مرسوم، طرح آماری در قالب آنالیز مرکب (Combine analyses) که در آن نوع چاپر بعنوان متغیر تصادفی بود با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به مدت دو سال به اجرا در آمد . تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: الف) نوع چاپر در سه

سطح(a1) چاپر کلاس با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و(a2) چاپر جدید با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و (a3) چاپر جدید با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر ب) میزان تراکم بوته در هکتار در ۵ سطح (b۱ = ۷۰ ، b۲ = ۸۰ ، b۳ = ۹۰ ، b۴ = ۱۰۰ و b۵ = ۱۳۰ هزاربوته در هکتار) و جمعاً شامل ۴۵ کرت آزمایشی است. طول هر کرت ۳۰ متر، عرض آنها عبارت از ۸ ردیف کشت بوده که بسته به فاصله ردیفهای کشت این عرض بین ۴ تا ۶ متر متغیر است. فاصله بین دو کرت مجاور، ۳ متر برای شروع عملیات درو در نظر گرفته شده است.

پارامترها فنی و روشهای ارزیابی:

مطالعه و انتخاب پارامترهای مورد اندازه گیری جهت ارزیابی خصوصیات فنی زراعی چاپر جدید، استانداردهای بین المللی ایزو ۸۹۰۹ است که شامل قسمتهای ۱ و ۲ و ۳ می باشند.

۱- طول متوسط هندسی ذرات خروجی از چاپر (GML) و انحراف معیار مربوطه (SD)

۲- طول تئوری ذرات خروجی (TLOC)

۳- کیفیت برش ساقه

۴- ارتفاع برش ساقه

۵- سرعت واقعی پیشروی چاپرها

۶- ظرفیت مزرعه ای تئوری

۷- خوراک واقعی چاپرها

۸- ابعاد و اندازه ها و همچنین سرعتهای قطعات متحرک

۱- روش اندازه گیری طول متوسط هندسی ذرات خروجی از چاپر (GML) و انحراف معیار مربوطه(SD)

این پارامترها برای تعیین کارایی سیستم خردکن و غلطکهای تغذیه یک چاپر اندازه گیری می شوند. گزارش فنی (ISO, Tr 10391) تحت عنوان «روش تعیین اندازه پراکنش ذرات علوفه چاپر شده بوسیله الک» ، اطلاعات استاندارد شده ای را بدست می دهد که اساس روش اندازه گیری پارامترهای GML و SD در تحقیق حاضر است. ماشینها و تجهیزات مورد نیاز برای این منظور عبارتند از : ۱- دستگاه تفکیک ذرات علوفه شامل: الف) پنج عدد الک و یک صفحه ب) مکانیزم تکان دهنده الکها ۲- ترازوی دیجیتال (10kg±1g) ۳- کیسه های نایلونی نمونه برداری به ظرفیت ۱۵ لیتر (۵۰ عدد) ۴- نایلون به ابعاد قسمت بار کامیون

با استفاده از فرمولهای زیر GML و SD هر نمونه بدست می آید(معادله های ۱،۲ و۳):

$$\bar{x}_i = \sqrt{x_i - x_{(i-1)}}$$

(معادله ۱)

$$GML = \log^{-1}\left[\frac{\sum(M_i \log \bar{x}_i)}{\sum(M_i)}\right]$$ (معادله ۲)

$$Sd = \log^{-1}\sqrt{\frac{\left[M_i(\log \bar{x}_i - \log GML)^2\right]}{\sum(M_i)}}$$ (معادله ۳)

که در آن :

GML = طول متوسط هندسی ذرات خرد شده (mm)

Sd = انحراف معیار یا پراکندگی قطر ذرات از GML

x_i = قطر سوراخهای الک i ام (mm)

$x_{(i-1)}$ = قطر سوراخهای الک بالاتر از الک i ام، که دارای سوراخهای بزرگتر است (mm)

M_i = جرم خالص علوفه درون الک i ام (kg)

$\bar{x}_i$ = طول متوسط هندسی ذرات در الک i ام (mm)

۲- اندازه گیری طول تئوری ذرات خروجی (TLOC)

این پارامتر از طریق معادله ۴ محاسبه می شود (ISO 8909-1, 1994) :

$$TLOC = \frac{\pi(D_1N_1 + D_2N_2)}{NKZ}$$ (معادله ۴)

که در آن :

TLOC = طول تئوری ذرات برش خورده (mm)

D1 = قطر موثر غلطک تغذیه بالایی نزدیک به استوانه برش (mm)

D2 = قطر موثر غلطک تغذیه پایینی نزدیک به استوانه برش (mm)

N1 = سرعت دورانی غلطک تغذیه بالایی نزدیک به استوانه برش (RPM)

N2 = سرعت دورانی غلطک تغذیه پایینی نزدیک به استوانه برش (RPM)

N = کل تعداد غلطکهای تغذیه (در صورتی که استوانه برش دارای تیغه های چند تکه است، تعداد تیغچه ها در هر تیغه)

Z = ضریب معادله: Z=1 در صورتی که تعداد غلطکهای تغذیه یک عدد است و Z=2 در غیر اینصورت:

۱) تمام سرعتها در حالت تحت بار اندازه گیری می شوند (توسط تاکومتر دیجیتال)

۲) قطر متوسط غلطکهای تغذیه در مدلهای : الف) صیقلی (smooth) ب) زائده دار (protrusion) و ج) زائده دار شکاف دار (notched protrusion) به ترتیب عبارتست از : الف) قطر خارجی ب) قطر خارجی و ج) قطر خارجی منهای عمق یکی از شکافها

۳- تعیین کیفیت برش ساقه

این پارامترها که بصورت یک متغیر کمی مورد اندازه گیری قرار می گیرد، نشان دهنده مطلوبیت مکانیزم برش ساقه ازنظر تناسب سرعت گردش تیغه ها نسبت به سرعت پیشروی و همچنین نشان‌دهنده مرغوبیت طراحی و ساخت آنها به لحاظ برش تمیز ومطلوب ساقه خواهد بود.

روش اندازه گیری بدین صورت است که پس از عبور چاپر و خاتمه عملیات دروی هر کرت، حدود ۱۰ متر از یکی از ردیفهای کشت در آن کرت بصورت تصادفی انتخاب شده و تمام ته ساقه های باقیمانده از عملیات درو شمارش شد. سپس درهمان قسمت ته ساقه هایی که دارای صفحه برش نیستند و یا عملیات خردشدگی قسمت برش خورده روی آنها رخ داده است، شمارش شدند. در نهایت کیفیت برش ساقه از معادله ۵ بدست می آید (Persson, 1987) :

$$SCQ = \frac{Cr_T - Cr_B}{Cr_T} \times 100$$

(معادله ۵)

که در آن :

CrT = تعداد کل ته ساقه های موجود در طول ۱۰ متر در یک ردیف CrR = تعداد ته ساقه ها بدون صفحه برش یا خوابیده

SCQ = کیفیت برش ساقه (درصد)

۴- ارتفاع برش ساقه

طبق توصیه (ISO 8909-2,1994) حداقل و حداکثر ارتفاع قابل برش توسط هد چاپر می باید گزارش شود و لیکن ارتفاع مورد توصیه کارخانه سازنده نیز باید عملاً ارزیابی گردد. برای این منظور در این تحقیق علاوه بر اندازه گیری و ثبت ارتفاع برش حداقل و حداکثر توسط هد چاپرها، طول واقعی ته ساقه ها در یک ردیف تصادفی از هر کرت اندازه گیری و سپس معدل‌گیری شد و بعنوان معدل ارتفاع برش برای هر چاپر گزارش گردید.

۵- اندازه گیری مصرف سوخت

بدیهی است که هر یک از چاپرها که به ازای مسافت طی شده مساوی سوخت بیشتری مصرف کرده باشد، دارای توان مورد نیاز بالاتری خواهد بود (معادله های ۶و۷).

$$F_a = \frac{1000V}{an1}$$

(معادله ۶)

$$F_1 = \frac{F_a}{C}$$ (معادله ۷)

که در آن :

Fa = سوخت مصرفی در هکتار (Lit/ha)

F1 = سوخت مصرفی در واحد پیشروی چاپر (cc/m)

V = حجم گازوئیل خالی شده از ظرف مدرج (Lit)

l = طول ردیفهای درو شده (m)

n = تعداد ردیفهای درو شده

a = فاصله ردیفهای کشت (m)

c = ضریب تبدیل سطح به طول (برای ردیفهای ۵۰ سانتی متری ۱۰ و برای ردیفهای ۷۰ سانتی‌متری ۶/۶۷)

توضیح: میزان سوخت مصرفی در شرایط واقعی تابع پارامترهای غیر قابل کنترل زیادی است، مانند مهارت راننده تنظیم نبودن موتور تراکتور، درجا کار کردن تراکتور به دلیل نقایص احتمالی و **...** لذا از آنجا که این برای هر دو چاپر تقریباً یکسان است، لذا نسبت سوخت مصرفی آنها کماکان ثابت می ماند. (شکل ۱)

شکل ۱– روش اندازه گیری سوخت به صورت دینامیک

۶- سرعت حرکت واقعی

این پارامتر که برای محاسبه ظرفیت مزرعه ای و خوراک واقعی چاپرها لازم است، با زمان گیری حرکت چاپرها در طول معینی از کرتهای آزمایشی بدست آمد(معادله۸).

$$S = \frac{d}{t}$$ (معادله۸)

که در آن :

S = سرعت حرکت واقعی چاپر (m/s)

d = مسافت طی شده (m)

t = زمان طی شده مسافت فوق (s)

۷- ظرفیت مزرعه ای تئوری چاپرها

این پارامترها با داشتن سرعت پیشروی و عرض کار چاپرها قابل محاسبه است(معادل۹).(Kepner, 1987).

$$FC = \frac{S.w}{5}$$ (معادله۹)

که در آن :

FC = ظرفیت تئوری مزرعه ای (ha/hr)

s = سرعت پیشروی (km/hr)

w = عرض کار موثر چاپرها با فاصله ردیفهای کشت (m)

۸- خوراک واقعی چاپرها

خوراک واقعی یک چاپر که در واقع نشان دهنده دبی جرمی علوفه ورودی به چاپر است، تابعی از عملکرد محصول و سرعت پیشروی بوده و از معادله۱۰ در هر کرت بطور جداگانه محاسبه شد (ایوانی، ۱۳۷۸).

$$AFR = \frac{nwsy}{36}$$ (معادله۱۰)

که در آن : AFR = ظرفیت واقعی چاپر (kg/s)،

n = تعداد ردیفهای چاپر،

w = عرض کار موثر چاپر یا فاصله ردیفها (m)

s = سرعت پیشروی چاپر (km/hr)

y = عملکرد سطحی مزرعه (ton/ha)

۹- ابعاد و سرعتها

ابعاد و سرعتهای کلیه قطعات بهینه سازی شده و یا استاندارد چاپرها بوسیله خط کش، کولیس و دورسنج تحت بار و در حالت بی باری اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس پارامترهای موثر بر عملکرد ماشینهای خرد کن علوفه، در فاصله ردیفها و تراکمهای متفاوت، بطور خلاصه در جدول شماره ۱ درج شده است.

چنانچه ملاحظه می شود طول متوسط هندسی ذرات خروجی از چاپر و همینطور پراکنش این طولها، حول مقدار میانگین در سال اول بی معنی بوده ولیکن در سال دوم، با توجه به اصلاحات ساختاری روی چاپر جدید، در حد ۹۵ درصد معنی دار گشته است. سوخت مصرفی هم در تمام انواع اندازه گیری، اختلاف بسیار معنی داری را بین فاصله ردیف های متفاوت، نشان می دهد. از نظر اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته، چنانچه ملاحظه می شود، طول متوسط هندسی ذرات خروجی از چاپر، مقدار واقعی تغذیه چاپر و در نتیجه سوخت مصرفی به ازاء هر کیلو گرم ماده خروجی دارای تغییرات معنی داری می باشد.

جدول شماره ۲ نشان دهنده اختلاف میانگین های عوامل موثر بر عملکرد چاپرها، در فاصله ردیفها و تراکمهای متفاوت می باشد. بدیهی است که دراینجا مقصود از فاصله ردیفهای متفاوت، نوع چاپرهای مورد استفاده است.

چنانچه ملاحظه می شود در سال اول اجرای طرح، از نظر یکنواختی طول ذرات خروجی از چاپر اختلاف معنی دار بین چاپر جدید و چاپر مرسوم وجود ندارد. ولیکن در سال دوم با توجه به اصلاحات انجام شده بر روی چاپر ایرانی، این ماشین با داشتن پراکندگی ½ در فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و ۲/۱۵ در فاصله ردیف ۶۰ سانتی متری نسبت به چاپر آلمانی با پراکندگی ۲/۳۳، دارای یکنواختی بهتری بوده و پراکندگی ذرات خروجی، نسبت به مقدار تنظیم شده، بهتر از مشابه مرسوم خود می باشد. مقدار دقیق سوخت مصرفی چاپرها نیز در تمام محاسبات بطور معنی داری با هم اختلاف دارند. حداقل سوخت مصرفی مربوط به چاپر جدید و حداکثر آن مربوط به چاپر مرسوم است در این میان، هنگامی که چاپر جدید اجباراً نسبت به دروی ردیفهای ۶۰ سانتی متری اقدام کرده است، سوخت کمتری مصرف کرده که این امر به علت کاهش سرعت پیشروی جهت انطباق دادن خطوط کشت با تیغه های برش چاپر بوده است که فاصله ردیفهای آن ۵۰ سانتی متر می باشد.

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس پارامترهای موثر بر عملکرد ماشینهای

خرد کن علوفه (چاپرها) – در فاصله ردیفها و تراکمهای متفاوت

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS								
		GML (mm)		Sd		AFR (kg/s)		Fule (l/ha)	Fule (l/min)	Fule cc/kg
		1999	2000	1999	2000	1999	2000	2000	2000	2000
تکرار	۲	n.s ۳/۲۴۸	n.s ۰/۴۹۲	n.s ۰/۰۲۳	n.s ۰/۰۱۲	n.s ۳/۰۶۰	n.s ۱/۱۶۹	n.s ۹/۱۶۴	n.s ۰/۰۰۱	n.s /۰۰۱ ۰
فاصله ردیف	۲	n.s ۴/۱۶۶	۹/۸۰۳*	n.s ۰/۰۰۵	۰/۲۲۴*	۳۴۸** ۱۸/	n.s ۸/۱۴۸	/۸۹۵** ۳۵۴۴	۰/۱۸۶**	/۳۱۷** ۰
خطای اول (1)	۴	۱/۷۷۳	۰/۷۵۹	۰/۰۰۶	۰/۰۲۴	۰/۲۴۹	۱/۷۲۲	۱۸/۶۴۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
تراکم	۴	n.s ۱/۶۴۷	n.s ۰/۶۴۹	n.s ۰/۰۰۴	n.s ۰/۰۳۵	/۴۱۵* ۲	۵۹۶** ۱۸/	n.s ۳/۰۱۳	۰/۰۰۰ n.s	/۰۴۰** ۰
فاصله ردیف × تراکم بوته	۸	۲/۴۱۹*	۶۸۴** ۲/	n.s ۰/۰۰۵	n.s ۰/۰۳۰	n.s ۱/۴۵۸	۶۱۱** ۵/	n.s ۲/۳۶۰	۰/۰۰۰ n.s	/۰۱۴** ۰
خطای دوم (2)	۲۴	۰/۹۰۰	۰/۷۹۰	۰/۰۰۳	۰/۰۲۴	۰/۶۵۴	۰/۸۹۰	۱۱/۹۱۲	۰/۰۰۱	n.s ۰/۰۰۳
ضریب تغییرات	–	۷/۲۲	۶/۳۸	۲/۴۷	۷/۰۱	۱۳/۲	۵/۷۲	۳/۸۷	۳/۵۸	۷/۵

* و ** = به ترتیب یعنی معنی دار در سطح ۵ و یک درصد

ns. = بی معنی

جدول ۲- مقایسه میانگین های عوامل موثر بر عملکرد ماشینهای خرد کن علوفه (چاپرها) – در فاصله ردیفها و تراکمهای متفاوت

تیمار	GML (mm)		Sd		AFR (kg/s)		Fule (l/ha)	Fule (l/min)	Fule (cc/kg)
Treatment	1999	2000	1999	2000	1999	2000	2000	2000	2000
فاصله ردیف									
75 (a_1)	۱۳/۷۳۹ a	۱۳/۰۸۰ b	۲/۲۶۰ a	۲/۳۳۳ a	۵/۲۹۶ b	۱۵/۷۴۶ b	۱۰۱/۳۶۰ a	۰/۸۳۰ a	۰/۸۸۹ a
60 (a_2)	۱۲/۹۰۷ a	۱۴/۶۸۷ a	۲/۲۹۳ a	۲/۱۵۳ b	۵/۶۹۴ b	۱۷/۲۲۰ a	۷۱/۹۸۷ c	۰/۶۱۷ c	۰/۶۰۷ c
50 (a_3)	۱۲/۷۵۹ a	۱۴/۰۴۰ a	۲/۲۶۵ a	۲/۱۰۰ b	۷/۳۷۹ b	۱۶/۴۷۵ ab	۹۴/۵۴۰ b	۰/۶۶۹ b	۰/۶۸۹ b
تراکم (p/m^2)									
بوته									
70 (b_1)	۱۳/۳۶ a	۱۴/۱۸۹ a	۲/۲۵۱ a	۲/۲۱۱ a	۵/۵۰۸ ab	۱۴/۱۳۲ c	۹۰/۰۲۲ a	۰/۷۱۱ a	۰/۸۳۹ a
80 (b_2)	۱۲/۶۳ a	۱۴/۲۵۶ a	۲/۲۷۰ a	۲/۲۷۸ a	۶/۰۹۸ e	۱۶/۱۹۲ b	۸۹/۱۶۷ a	۰/۷۰۶ a	۰/۷۴۰ b
90 (b_3)	۱۳/۴۵ a	۱۳/۷۴۴ a	۲/۳۰۴ a	۲/۱۲۲ a	۶/۵۸۶ a	۱۷/۳۸۰ a	۸۸/۹۲۲ a	۰/۷۰۲ a	۰/۶۸۱ c
100 (b_4)	۱۳/۵۴ a	۱۳/۸۲۲ a	۲/۲۸۰ a	۲/۱۴۴ a	۶/۶۹۴ a	۱۶/۹۲۹ ab	۸۸/۶۲۲ a	۰/۷۰۰ a	۰/۷۰۹ bc
130 (b_5)	۱۲/۷۲ a	۱۳/۶۶۷ ab	۲/۲۵۷ a	۲/۲۲۲ a	۵/۷۳۱ b	۱۷/۷۶۸ a	۸۹/۷۴۴ a	۰/۷۰۸ a	۰/۶۷۳ c

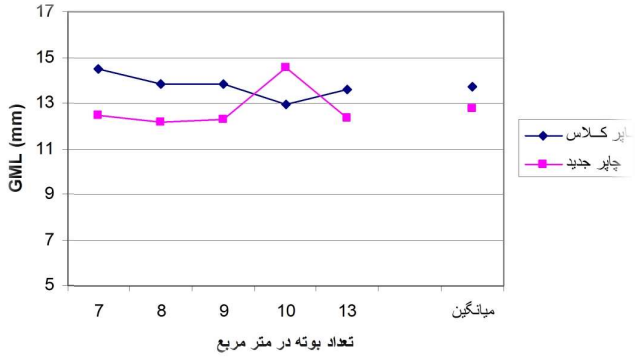
اختلاف اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشند (دانکن ۵٪)

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر متقابل فواصل ردیف و تراکم بوته بر روی پارامترهای عملکردی ماشینهای خرد کن علوفه

تیمار	GML (mm)		Sd		AFR (kg/s)		Fule (l/ha)	Fule (l/min)	Fule (cc/kg)
Treatment	1999	2000	1999	2000	1999	2000	2000	2000	2000
۱b۱a	۱۴/۴۹۷ a	۱۴/۶۶۷ abc	۲/۲۰۷ c	۲/۴ abc	۵/۰۱ de	۱۴/۴۹۳ c	۱۰۲/۶ a	۰/۸۴ a	۰/۹۶۷ a
۲b۱a	۱۳/۸۳ abc	۱۳/۳۶۷ cde	۲/۲۵۷ bc	۲/۴۶۷ a	۵/۵۳۳ cde	۱۴/۵۵۷ c	۱۰۱/۵۶۷ ab	۰/۸۳۳ a	۰/۹۵۷ a
۳b۱a	۱۳/۸۳ abc	۱۲/۵ e	۲/۳۱۰ ab	۲/۲۳۳ abcd	۵/۵۲۷ cde	۱۶/۴۹۰ b	۱۰۰/۱۳۳ bcd	۰/۸۲ a	۰/۸۳ bc
٤b۱a	۱۲/۹۱۷ abcd	۱۲/۳ cde	۲/۲۳۰ bc	۲/۱۳۳ cd	۵/۸۳۷ bcde	۱۴/۵۹۰ c	۱۰۱/۳۳۳ ab	۰/۸۳ a	۰/۹۵ a
٥b۱a	۱۳/۶۲۰ abcd	۱۲/۵۶۷ de	۲/۲۹۷ abc	۲/۴۳۳ ab	۴/۵۸۳ e	۱۸/۶۰۰ a	۱۰۱/۱۶۷ ab	۰/۸۲۹ a	۰/۷۴۳ cd
۱b۲a	۱۳/۱۱۳ abcd	۱۴/۲۶۷ abcd	۲/۲۸۳ abc	۲/۲۳۳ abcd	۴/۶۲۳ e	۱۴/۶۱۷ c	۷۲/۳۶۷ e	۰/۶۲۰ cd	۰/۷ de
۲b۲a	۱۱/۹۰۳ d	۱۴/۶۰۰ abc	۲/۲۶۳ abc	۲/۱۶۷ bcd	۴/۸۷۷ e	۱۶/۳۶۳ b	۷۲/۷۳۳ e	۰/۶۲۳ cd	۰/۶۳۷ ef
۳b۲a	۱۴/۲۱۳ ab	۱۵/۵ a	۲/۳۲۷ ab	۲/۱۳۳ bcd	۷/۲۸۳ ab	۱۹/۰۵۷ a	۷۲/۰۰ e	۰/۶۱۷ cd	۰/۵۴۰ f
٤b۲a	۱۳/۱۱۷ abcd	۱۵/۳۶۷ ab	۲/۳۶۰ a	۲/۱۳۳ bcd	۶/۵۲۳ abcd	۱۸/۰۱ ab	۷۰/۸۳۳ e	۰/۶۰۷ d	۰/۵۶۳ f
٥b۲a	۱۲/۱۸۷ cd	۱۳/۷ bcde	۲/۲۳۰ bc	۲/ ۱ cd	۵/۱۶۳ de	۱۸/۰۵۳ ab	۷۲/۰۰ e	۰/۶۱۷ d	۰/۵۹۳ ef
۱b۳a	۱۲/۴۵۷ bcd	۱۳/۶۳۳	۲/۲۶۳ abc	۲/۰۰۰ d	۶/۸۹۰ abc	۱۳/۲۸۷ c	۹۵/۱ bcd	۰/۶۷۳ bc	۰/۸۵ b
۲b۳a	۱۲/۱۴۳ cd	۱۴/۸ abc	۲/۲۹۰ abc	۲ /۲ abcd	۷/۸۹۰ a	۱۷/۶۵۷ ab	۹۳/۲۰۰ d	۰/۶۶۰ bcd	۰/۶۲۷ ef
۳b۳a	۱۲/۲۹۷ cd	۱۳/۲۳۳	۲/۲۷۷ abc	۲ d	۶/۹۴۷ abc	۱۶/۵۹۳ b	۹۴/۶۳۳ Cd	۰/۶۷ bcd	۰/۶۷۳ de
٤b۳a	۱۴/۵۴۷ a	۱۳/۸ abcde	۲/۲۵۰ bc	۲/۱۶۷ bcd	۷/۷۲۳ a	۱۸/۱۸۷ ab	۹۳/۷۰۰ cd	۰/۶۶۳ bcd	۰/۶۱۳ ef
٥b۳a	۱۲/۳۵۰ cd	۱۴/۷۳۳ abc	۲/۲۴۳ bc	۲/۱۳۳ bcd	۷/۴۴۷ a	۱۶/۶۵ b	۹۶/۰۶۷ bcd	۰/۶۸۰ b	۰/۶۸۳ de

اختلاف اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی دار نمی باشند (دانکن ۵٪)

این کاهش سرعت باعث کمتر شدن مصرف سوخت گشته است. با مقایسه اثر تراکم بوته بر عملکرد ماشینها، تقریباً در اکثر موارد، اثر معنی داری مشاهده نمی شود. به نظر می رسد اثرات متقابل نوع چاپر و تراکم بوته که طبق جدول ۱ در مورد بعضی از پارامترها معنی دار است، باعث شده است تا بین تراکمهای مختلف، نتوان اختلاف معنی داری را مشاهده نمود. مقایسه میانگین های ناشی از اثرات متقابل، در جدول ۳ نشان داده شده است. اگر چه به علت مالکیت فردی، امکان تغییر روی چاپر مرسوم وجو دنداشت، ولیکن طبق گفته صاحب چاپر و اندازه گیریهای انجام شده، طول ذرات خروجی از چاپر مرسوم، روی ۱۳ میلی متر تنظیم شده بود. به همین علت برای اینکه مقایسه چاپرها بهتر انجام شود، چاپر جدید نیز روی اندازه ۱۳ میلی متری تنظیم شد. نتیجه مقایسه میانگین های طول متوسط هندسی ذرات چاپر شده، اختلاف معنی داری را نشان می دهد که نسبت به تراکم محصول، در دو چاپر مرسوم و جدید دارای روند تقریباً معکوسی است (شکل ۲).

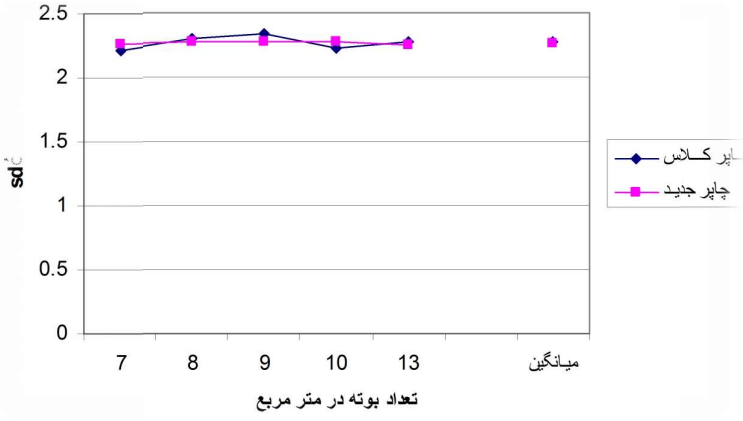


شکل ۲- چگونگی تغییر طول واقعی ذرات خروجی از چاپر جدید و چاپر مرسوم (آزمون سال اول و طول تئوری ۱۳ میلی متر بوده است)

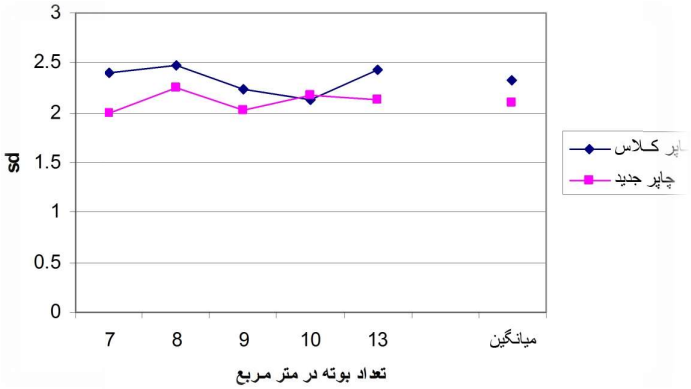
چنانچه ملاحظه می شود، تراکم بوته (b۴ = ۱۰۰۰۰۰) در هر دو چاپر، یک نقطه بحرانی محسوب می شود. در سال دوم با تنظیمات و اصلاحاتی که روی چاپر جدید انجام شده است این نوع تاثیر پذیری از یک تراکم بخصوص از بین رفته و چاپر جدید روند یکنواخت تری را نسبت به تغییرات تراکم بوته از خود نشان می دهد، این در حالی است که چاپر مرسوم در سال دوم نیز کماکان نسبت به تراکم بوته (b۴) دارای نقطه بحرانی است (شکل۳)

شکل ۳- چگونگی تغییر طول واقعی ذرات خروجی از چاپر جدید و چاپر مرسوم (آزمون سال دوم و طول تئوری ۱۳ میلی متر بوده است).

همین حالت را در مورد روند تغییرات sd ذرات چاپر شده در سال اول و دوم، می توان در جدول ۳ مشاهده کرد. اگر چه پراکنش طول ذرات (ds) در چاپر مرسوم دارای تغییرات بیشتری نسبت به چاپر جدید است، ولیکن میانگین این اختلافها فرق معنی داری را نسبت به چاپر جدید نشان نمی دهد (شکل ۴).



شکل ۴- تغییرات sd نسبت به تراکم مزرعه در سال اول



شکل ۵- تغییرات sd نسبت به تراکم مزرعه در سال دوم

در سال دوم (شکل ۵)، علیرغم زیاد شدن تاثیر پذیری چاپرها نسبت به تراکم، که احتمالاً به دلیل شرایط زراعی برای هر دو چاپر پیش آمده است، ولیکن sd چاپر جدید نسبت به چاپر مرسوم بنحو چشمگیری کاهش یافته ونشان دهنده بهبود عملکرد فنی این چاپر می باشد.

جمع بندی نتایج وپیشنهادات

در مورد دستگاه چاپر جدید که قسمت هد (دماغه) آن برای درو و خرد کردن ذرت سیلویی با فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر اصلاح گشته است ، از نظر یکنواختی طول ذرات خرد شده (GML) که فاکتور مهمی در کیفیت کار یک چاپر است، این ماشین اختلاف معنی داری با نوع خارجی ندارد. ظرفیت زراعی این چاپر نیز در حدود ۰/۶ha/hr است و از این لحاظ نیز با چاپرهای دو ردیفه مرسوم قابل رقابت است.

مصرف سوخت و ارتفاع برش ساقه ها نیز مورد تائید است. پراکنش طول ذرات خردشده توسط چاپر ها ، در سال اول از نظر آماری متفاوت نبود ،اما در سال دوم که برخی از اصلاحات تکنیکی روی مکانیزم برش چاپر جدید صورت گرفت،که عبارتند از:

الف) کاهش مجالِ بین تیغهٔ ثابت و متحرک ، از ۱ میلی متر به ۰/۴ میلی متر.

ب) افزایش زاویهٔ تمایل در استوانهٔ برش از ۶/۵ درجه به ۹ درجه .

ج) کاهش زاویهٔ حمله از ۸۳ درجه به ۶۰ در جه.

که بدین ترتیب چاپر جدید توانست با پراکنشِ ۲/۱۵ به طور معنی داری از چاپر مرسوم ، با پراکنش ۲/۳۳ جلو بیفتد.

اما مکانیزمهای دروی محصول در این چاپر، نیاز به اصلاحات دیگری دارد و تا قبل از اصلاح آن، تولید نیمه صنعتی و انبوه آن توصیه نمی شود. اصلاحاتی که برای بهبود مکانیزم برش پیشنهاد می شود عبارتند از:

الف) افزایشِ سرعت دورانیِ تیقهٔبرش نسبت به سرعت پیشرویِ چاپر.

ب) تغییر پروفیلِ صاف، به پروفیلِ منحنی شکل مطابق شکل ۲۷.

ضمناً در روش کشت با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متری، نزدیک بودنِ ردیفهای کشت ، دقت نظر و مهارت بیشتری را برای راننده چاپر طلب می کند، به نحوی که راننده های چاپرهای مرسوم در برخی موارد قادر به استفاده صحیح از این چاپر نبوده و تلفات برداشت را افزایش می دهند، بنابر این پیشنهاد می گردد که کاربران این چاپر قبل از استفاده آموزش لازم را ببینند.

قطعات مورد مصرف در ساخت چاپر نمونه ، مرغوب نبوده و به همین دلیل ضریب لنگی در مزرعه، بیشتر از چاپرهای مرسوم است. به عبارت دیگر قابلیت اطمینان این چاپر در حال حاضر کمتر از چاپر های مرسوم میباشد. اما در کل می توان گفت که این چاپر باید توسط یک فرایند مهندسی، با قطعات استاندارد بهینه سازی شده و برای تولید نیمه صنعتی و انبوه در سطح کل کشور مورد ارزیابی قرار بگیرد تا بتوان استفاده از آن را برای کشاورزان توصیه نمود.

درنهایت احتمالاً اعمال پیشنهادات زیر نیز که مبتنی بر نظرات محققین پیشرو در این زمینه است به روند بهبود فنیِ چاپر را افزایش خواهد داد:

الف) کاهش زاویهٔ حملهٔ استوانهٔ برش از ۶۰ به ۵۵ درجه (Stoner,1982).

ب) افزایشِ زاویهٔ تمایل تیغه های استوانهٔ برش از ۹ به ۱۵ درجه (Crane,1985).

ج) کاهش مجال بین تیغه ثابت ومتحرک از ۰/۴ میلی متر به حدود ۰/۱ میلی متر (Tribelhorn, 1975).

فهرست منابع:

۱- انتظاری، س. ۱۳۷۲. بررسی اثرات تراکم مختلف بر روی سه رقم ذرت علوفه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی کرج.

۲- ایوانی ، ا. ۱۳۷۸. بررسی مشاهداتی مزارع ترویجی ذرت علوفه ای با فاصله ۵۰ سانتی متر نسبت به ۷۵ سانتی متر در منطقه اسلامشهر استان تهران.

۳- خدابنده، ن. ۱۳۷۴. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم

1- Crane, Jack W. and roger R. Stoner 1982. Harvester design study. Persona communication to S. Perssoa 1985. Authors affiliation: Sperry new holland res. Dev. Dept. (Unpublished, internal report).

2- Kepner, R. A., Bainer and E. L., Barger. 1978. Principles of farm machniery. 3rd ed. AVI, Wesport. CT. 527 pp.

3- ISO, 8909-1, 1994, "Forage harvesters part 1: Vocabulary.

4- ISO 8909-2, 1994, "Forage harvesters part 2:specification of characteristics and performanece.

5- ISO, 8909-3, 1994, :Forage harvesters part 3: Test methods".

6- ISO, TR 10391, 1992, "Forage harvesters-Method of determining by scrining and expressing particle size of chopped forage materials".

7- Koeniger, R. 1953. Versuch einer theonie des scherenschnittes von halmen.(Tentative theory for the cutting of plant stems). In grundlagen der landtechnik (5):96-97. VDI-Verlag, Dusseldorf.

8- Persson, S., 1987, "Mechanics of cutting plant material" , ASAE monograph number7.

9- Wilkes, R. S. 1985. Relkes, R. S. 1985. Review of refernce book on cutting fibrous material. Personal communication to S. Persson. Authors affiliation: John deere ottumwa works, Ottumwa IO.

Evaluation and Comparison the New Chopper (Combination of CLASS and GEHL) Than Conventional Chopper, Technical Point of View in Silage Corn

Afshin Eyvani[1*] Karim Gerami[2]

1-Assistant Professor in Agriculture Engineering Research Institute (AERI)
2- Researcher in Agriculture Engineering Research Institute (AERI)

Abstract

Although, several research for quality and quantity of silage yield carried out on different planting pattern in World and Iran, but, investigation of less research is observed on the basis of different specialist. There was no standard chopper for row spacing less than 75 cm in Iran. This study was conducted for two years, were evaluated in Karaj. The research was conducted based on a Combine Analyses with 3 replications. Treatments were included: (a1) ClASS chopper with row spacing of 75 cm , (a2)new chopper with row spacing of 60 cm ,(a3) new chopper with row spacing of 60 cm and five plant densities (70, 80 , 90, 100 and 130 thousand plants per hectare) on silage corn (the variety 704). Each plot is 30 meters, width depending on the crop row spacing is between 4 to 6 meters. The distance between two adjacent plots is 3 m was used for harvesting. New chopper with row spacing of 50 cm has been modified were compared with custom chopper in the model (CLAAS) is a two-row. Geometrical mean length (GML) of silage particles, after chopping and standard deviation of particles in new chopper, were not good as CLAAS chopper. Field capacity of new chopper was 0.6 ha/hr, and comparable with conventional chopper, statistically. Crushed parts length distribution with choppers was no significant difference in the first year. But in the second year, technical modifications was performed on new chopper cutting mechanism, The chopper with the distribution of the 15/2 was significantly higher than conventional chopper (with distribution in 33/2).

Key Words: Chopper - Silage corn