نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۵- شماره ۱- پیاپند ۱۳۴ بهار ۱۴۰۱

بررسی تأثیر تاریخ کاشت هیبریدهای گروه‌های مختلف رسیدگی ذرت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه در منطقه همدان

Investigating the effect of planting date on the quantitative and qualitative forage yield in maize hybrids of different maturity groups in Hamedan region

مهدی متقی

۱. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی همدان، ایران. (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۱۶ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2022.358124.1597

چکیده

متقی، م.، . بررسی تأثیر تاریخ کاشت هیبریدهای گروه‌های مختلف رسیدگی ذرت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه در منطقه همدان
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵ - شماره ۱- پیاپند ۱۳۴ بهار ۱۴۰۱ صفحه: ۱۱۲-۸۸

کشت ذرت در زمان مناسب، امکان بهره‌مندی بهینه از فصل زراعی و رشد مطلوب اندام‌های گیاهی و در نهایت حداکثر عملکرد را فراهم می‌سازد. آزمایش حاضر به‌صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقاتی اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان انجام گردید. چهار تاریخ کاشت ۱ خرداد، ۲۰ خرداد، ۱۰ تیر و ۳۰ تیر در کرت‌های اصلی و هفت هیبرید شامل سه هیبرید زودرس (KSC۲۰۱، KSC ۲۶۰و KSC۴۰۰)، دو هیبرید میان‌رس (KSC۶۴۷ وBC ۶۷۸) و دو هیبرید دیررس (KSC۷۰۳ و KSC۷۰۴) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. با توجه به اینکه وقوع سرمای شدید پاییزه در دهه سوم آبان ماه، مانع از برداشت به موقع علوفه هیبریدهای با دوره رشد طولانی KSC ۷۰۳و KSC۷۰۴ کشت شده در تاریخ کاشت چهارم گردید، صرفاً داده‌های حاصل از تاریخ‌های کاشت اول تا سوم مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفت. اثرات متقابل تاریخ کاشت و هیبرید بر صفات دوره رشد، قطر ساقه، نسبت ساقه به بوته، عملکرد علوفه خشک، درصد ماده خشک ودرصد پروتئین معنی‌دار بود و بیشترین و کمترین دوره رشد به ترتیب در برهمکنش‌های تاریخ کشت سوم و هیبرید KSC۷۰۴ (۱۱۹/۱۷ روز) و تاریخ کاشت اول و هیبرید KSC۲۰۱ (۷۲/۸۳ روز)، بیشترین و کمترین قطر ساقه به ترتیب در برهمکنش‌های تاریخ کاشت سوم و هیبرید KSC ۷۰۳ (۲/۶۴ سانتیمتر) و تاریخ کشت اول و هیبرید KSC۲۰۱ (۱/۷۲ سانتیمتر)، بیشترین و کمترین نسبت ساقه به بوته به ترتیب در برهمکنش‌های تاریخ کاشت سوم و هیبرید KSC۷۰۴(۵۷/۴۸ درصد) و تاریخ کشت دوم و هیبرید KSC۴۰۰ (۴۷/۰۷ درصد)، بیشترین و کمترین عملکرد علوفه خشک به ترتیب در برهمکنش‌های تاریخ کاشت اول و هیبرید KSC ۷۰۳ (۲۵۴۷۱ کیلوگرم بر هکتار) و تاریخ کشت سوم و هیبرید KSC۲۰۱ (۱۲۸۱۲کیلوگرم بر هکتار)، بیشترین و کمترین درصد ماده خشک به ترتیب در برهمکنش‌های تاریخ کاشت دوم و هیبرید KSC۶۴۷ (۳۶/۴۶ درصد) و تاریخ کشت سوم و هیبرید KSC ۶۴۷ (۲۷/۳۲ درصد) و در نهایت بیشترین و کمترین میزان پروتئین علوفه خشک به ترتیب در برهمکنش‌های تاریخ کاشت سوم و هیبریدهای KSC ۲۰۱ و KSC۴۰۰ (۱۵/۶۲ درصد) و تاریخ کشت اول و هیبرید KSC ۷۰۴ (۱۲/۱۱ درصد) مشاهده شد. با توجه به عدم فساد پذیری و افزایش کیفی سیلاژ علوفه به دلیل درصد مطلوب ماده خشک (حدود ۳۰ درصد)، پیشنهاد می‌شود که در صورت به تأخیر افتادن زمان کاشت ذرت سیلویی در منطقه همدان و اقلیم‌های مشابه به نیمه دوم تیرماه، کشت هیبریدهای زودرس، به‌خصوص هیبرید KSC۴۰۰ به سبب ویژگی‌هایی چون دوره رشد مناسب و مقادیر نسبتاً بالای عملکرد علوفه تر و خشک و درصد و عملکرد پروتئین، در اولویت قرار گیرد.

واژه های کلیدی: پروتئین خام، درصد ماده خشک، دوره رشد و عملکرد علوفه تر و خشک.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: m.motaghi@areeo.ac.ir

مقدمه

ذرت به دلیل بالا بودن عملکرد سیلویی و مقادیر قابل توجه مواد قندی و نشاسته‌ای، از بهترین گیاهان برای تولید علوفه سیلویی به شمار می‌آید که امکان تأمین خوراک دام در تمام فصول سال و بخصوص زمستان را فراهم می‌آورد (Johnson *et al*., 1999). با توجه به نیاز آبی بالای ذرت و شرایط کم‌آبی حاکم بر کشور، افزایش سطح زیر کشت ذرت امکان‌پذیر نیست و در مقابل افزایش عملکرد آن در واحد سطح مورد نظر قرار گرفته است. عملکرد نهایی ذرت علوفه‌ای، وابسته به رشد مطلوب برگ‌ها، ساقه‌ها، اندام‌های زایشی، نمو جنین، تجمع نشاسته و پروتئین در دانه است و هر کدام از این فرایندها نیاز به عرضه مستمر مواد پرورده حاصل از فتوسنتز دارد (Choukan, 2012). یکی از روش‌های به‌زراعی افزایش عملکرد ذرت، کشت ذرت در زمان مناسب است که امکان بهره‌مندی بهینه از فصل زراعی و رشد مطلوب اندام‌های گیاهی و در نهایت حداکثر عملکرد را فراهم می‌سازد. اگرچه به‌نژادگران با بهبود توان جوانه‌زنی ذرت در دماهای پایین (۱۰ درجه سانتی‌گراد به بالا) و میسر ساختن کشت زودهنگام، دوره زمانی کاشت را افزایش داده‌اند (Sanghera *et al*., 2012)، با این‌همه، کشت زودهنگام و یا دیرهنگام ذرت به دلیل اثرگذاری بر روند رشد و نمو گیاه، سبب کاهش عملکرد بالقوه ذرت می‌شود.

تاریخ کاشت بهینه ذرت از محیطی به محیط دیگر متفاوت است و بنابراین پژوهش‌های متعددی جهت تعیین بهترین تاریخ کاشت در مناطق مختلف ایران و جهان انجام شده است. در منطقه مدیترانه، نیمه اول ماه آوریل (دهه دوم و سوم فروردین) بهترین زمان برای کاشت ذرت علوفه‌ای دانسته شده است (Maresma *et al*., 2019). بررسی کشت هیبریدهای بسیار زودرس و زودرس ذرت در جنوب غربی لتونی طی تاریخ‌های ۲۵ آوریل و پنجم، ۱۵ و ۲۵ ماه می نشان داد که بیشترین عملکرد خشک در تاریخ کاشت پنجم می (۱۵ اردیبهشت) حاصل می‌شود، همچنین با توجه به کوتاه شدن دوره رشد در تاریخ‌های کشت سوم و چهارم، تنها کشت هیبریدهای بسیار زودرس ذرت (گروه‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ فائو) در این تاریخ‌ها توصیه گردید (Gaile, 2012). در مصر، بالاترین میزان عملکرد تر در تاریخ کاشت اول می (۱۱ اردیبهشت) گزارش شد اگرچه درصد ماده خشک به میزان ۱۸ درصد کمتر از تاریخ کاشت اول جولای (۱۰ تیر) بود (Salama, 2019). ارزیابی کشت هیبریدهای میان‌رس و دیررس ذرت در نیمه اول بهار (۱۳ آوریل و اول می) و اواخر بهار و اوایل تابستان (۱۳ ژوئن و ۱۳ آوریل) در مکزیک، نشان‌دهنده بیشتر بودن ماده تر تولیدی در تاریخ کاشت نیمه اول بهار بود و با توجه به معنی‌دار بودن اثر برهمکنش هیبرید و تاریخ کاشت بر عملکرد علوفه تر و خشک، پاسخ هیبریدها به تاریخ‌های کاشت، متفاوت بود (Santiago López *et al*., 2018). با اجرای تحقیقی در منطقه رشت، از بین تاریخ‌های کاشت اول، ۱۳ و ۲۵ خرداد و چهارم تیر، تاریخ کاشت اول خرداد بهترین تاریخ کاشت و هیبرید KSC ۷۰۰ به عنوان پرعملکردترین هیبرید معرفی شد (Hashempour Baltourk *et al*., 2013). در بررسی کشت ذرت در دهه‌های

جدول ۱. درجه حرارت کمینه و بیشینه رانت های دهه های ماه هایمختلف رشد و نمو هیبریدهای ذرت سیلویی طی سال هایﻫ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در منطقه همدان

Table 1. Mean minimum and maximum temperatures atthe end of decades of different growing months of silage maize hybrids in Hamedan during the years 2017 and 2018

ماه Month	سال Year	دهه اول ماه The first decade of the month		دهه دوم ماه The second decade of the month		دهه سوم ماه The third decade of the month	
		دمای کمینه Min. Temp. ºC	دمای بیشینه Max. Temp. ºC	دمای کمینه Min. Temp. ºC	دمای بیشینه Max. Temp. ºC	دمای کمینه Min. Temp. ºC	دمای بیشینه Max. Temp. ºC
خرداد 22 May-21 June	۱۳۹۶ 2017	8	28.2	11	32.4	11.2	32.3
	۱۳۹۷ 2018	9.5	26.6	9.6	29.1	10.8	31
تیر 22 June-22 July	۱۳۹۶ 2017	17.8	38	17.8	37.2	16.9	36.9
	۱۳۹۷ 2018	15.6	35.8	18	36.1	16.2	36.8
مرداد 23 July-22 Aug.	۱۳۹۶ 2017	14.3	36	14.2	36.5	14.3	36.3
	۱۳۹۷ 2018	13.8	35.2	14.1	34.5	13.6	34.5
شهریور 23 Aug.-22 Sep.	۱۳۹۶ 2017	12.6	35.5	10.7	32	11	31.9
	۱۳۹۷ 2018	12.4	33.3	10.6	31.3	31.9	30.6
مهر 23 Sep.-22 Oct.	۱۳۹۶ 2017	8.9	30	7.6	26.7	7.5	23.3
	۱۳۹۷ 2018	7.4	28.7	6.7	25.3	5.6	22
آبان 23 Oct.-21 Nov.	۱۳۹۶ 2017	6.2	17.1	4.7	13.3		
	۱۳۹۷ 2018	5.3	14.7	4.1	12.2		

مختلف مردادماه و اوایل شهریور در قائم‌شهر، حداکثر عملکرد در تاریخ کاشت دهه اول مرداد مشاهده شد و روند کاهشی عملکرد تر، به دلیل کاهش وزن تر اجزای گیاه (ساقه، برگ و بلال)، در کشت تأخیری گزارش شد (Ansarinia *et al*., 2019). بررسی پنج تاریخ کاشت ۲۰ فروردین، ۳۱ اردیبهشت، ۲۸ خرداد، ۹ تیر و ۲۴ تیر در ورامین، بیانگر بیشترین میزان عملکرد علوفه تر ذرت در تاریخ کاشت ۹ تیر بود و برای دستیابی به کیفیت بهینه علوفه، برداشت در مرحله شیری شدن دانه و برای حصول عملکرد بالا، برداشت در مرحله خمیری شدن توصیه شد (Abdoli, 2020).

استان همدان با داشتن ۴۹ واحد صنعتی پرورش گاو شیری و تولید سالیانه ۴۶۰ هزار تن

جدول ۲. ویژگی های فیزیکی- شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2. Soil physico-chemical properties of the experimental site

پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	مواد خنثی شونده (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	اسیدیته کل اشباع	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
K ($mg.kg^{-1}$)	P ($mg.kg^{-1}$)	OC (%)	Total N (%)	TNV (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH of the saturated paste	EC ($ds.m^{-1}$)
540	3	0.51	0.05	2	48	25	27	7.97	1.1

شیرخام، رتبه پنجم تولید شیر در کشور را دارد (Agricultural statistics, 2019). این امر نیاز بالای استان به ذرت سیلویی را نشان می‌دهد که در کنار مسائلی چون کم بودن دوره رشد ذرت و امکان مواجهه گیاه با سرمای پاییزه که موجب کاهش کمی و کیفی محصول می‌شود، لزوم افزایش عملکرد ذرت از طریق تعیین تاریخ کاشت مناسب را گوشزد می کند. با توجه به اینکه کشت هیبریدهای ذرت در استان همدان، همچون بسیاری از نقاط کشور، بدون توجه به دوره رسیدگی آنها انجام می‌شود تحقیق حاضر با هدف تعیین زمان کاشت بهینه هیبریدهای گروه‌های مختلف رسیدگی ذرت سیلویی در منطقه همدان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه و ۴۰ ثانیه عرض شمالی اجرا گردید. ارتفاع شهر همدان از سطح دریا به‌طور متوسط ۱۷۵۰ متر بوده و دارای اقلیم نیمه‌خشک و سرد کوهستانی است. شرایط دمایی همدان طی مدت زمان اجرای آزمایش، در جدول ۱ نشان داده شده است.

تاریخ‌های کاشت ۱ خرداد، ۲۰ خرداد، ۱۰ تیر و ۳۰ تیر در کرت‌های اصلی و هیبریدهای KSC۲۰۱، KSC۲۶۰، KSC۴۰۰، KSC۶۴۷، BC۶۷۸، KSC۷۰۳ و KSC۷۰۴ در کرت‌های فرعی جای گرفتند. فاصله بین ردیف ۷۵ سانتیمتر و فاصله درون ردیف برای هیبریدهای زودرس KSC۲۰۱، KSC۲۶۰ و ۴۰۰ KSC برابر با ۲۴ سانتیمتر، برای هیبریدهای میان‌رس KSC۶۴۷ و BC۶۷۸ برابر با ۲۶ سانتیمتر و برای هیبریدهای دیررس KSC۷۰۳ و KSC۷۰۴ برابر با ۲۸ سانتیمتر در نظر گرفته شد (میزان تراکم برای هیبریدهای زودرس ۱۱۰ هزار بوته، برای هیبریدهای میان‌رس ۱۰۲ هزار بوته و برای هیبریدهای دیررس ۹۵ هزار بوته در هکتار بود). برای کاشت حفره‌هایی به عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر ایجاد و در هر کپه ۳ بذر کشت گردید که پس از سبز شدن در مرحله ۴-۳ برگی، دو بوته در هر کپه نگهداری و بوته دیگر حذف شد.

پیش از کاشت، اقدام به عملیات آماده‌سازی زمین از قبیل دیسک، ماله و تهیه جوی و پشته گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۲)، ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم، ۱۰۰ کیلوگرم فسفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار هم‌زمان با عملیات دیسک به زمین داده شد.

همچنین در مرحله ۸-۶ برگی و هم‌زمان با آبیاری، ۲۵۰ کیلوگرم دیگر کود اوره به خاک اضافه شد. روش آبیاری، قطره‌ای (تیپ) در نظر گرفته شد و آبیاری با توجه به شرایط آب و هوایی هر هفت تا ده روز یک‌بار بود. وجین علف‌های هرز نیز یک بار به‌صورت دستی انجام شد.

پیش از برداشت، از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و نسبت‌های وزن تر بلال، ساقه و برگ به وزن تر بوته اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد علوفه تر، نمونه‌ای به وسعت چهار مترمربع از هر کرت برداشت و توزین گردید و سپس جهت برآورد عملکرد علوفه خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و بعد از خشک شدن، مجدداً توزین گردیدند. اندازه‌گیری درصد پروتئین خام علوفه خشک با روش کجلدال انجام شد و میزان عملکرد پروتئین در هکتار از حاصل‌ضرب شاخص ذکر شده در وزن علوفه خشک حاصل شد. دوره رشد گیاه نیز براساس فاصله زمانی میان اولین نوبت آبیاری تا زمان خمیری شدن دانه، محاسبه گردید و درصد ماده خشک با تقسیم عملکرد علوفه خشک بر علوفه تر بدست آمد.

با توجه به اینکه زمان مناسب برداشت ذرت علوفه‌ای، مرحله خمیری شدن دانه‌هاست و هیبریدهای دیررس کشت‌شده در تاریخ کاشت آخر به دلیل کاهش درجه حرارت به کمتر از حد آستانه تحمل ذرت (دمای چهار درجه سانتی‌گراد) در دهه سوم آبان ماه، اجباراً پیش از موعد و در مرحله دانه‌بندی برداشت شدند، تنها از داده‌های تاریخ‌های کاشت اول تا سوم در تجزیه واریانس و مقایسه میانگین استفاده شد. با این همه، داده‌های بدست آمده از تاریخ کاشت آخر ارقام میان‌رس و زودرس در نتایج و بحث گزارش شده‌اند. پس از بررسی همگنی اشتباهات آزمایشی صفات مورد مطالعه (آزمون بارتلت)، با فرض تصادفی بودن سال، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و هیبرید و برهمکنش‌های آن‌ها بر صفات مورد ارزیابی برمبنای آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمون بارتلت (جدول ۳) نشان‌دهنده یکنواختی اشتباهات آزمایشی برای تمامی صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی بود (میزان کای اسکوئر جدول برای درجه آزادی یک در سطح احتمال ۰/۰۵، برابر با ۳/۸۴ است)، بنابراین تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت مرکب انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال از نظر آماری بر عملکرد علوفه تر و ارتفاع بوته در سطح پنج درصد و بر دوره رشد و نسبت‌های بلال، برگ و ساقه به بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد علوفه تر، درصد ماده خشک و نسبت‌های بلال، برگ و ساقه به بوته در سطح پنج درصد و دوره رشد، عملکرد علوفه خشک و درصد پروتئین در سطح یک درصد تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفتند. اثر هیبرید بر عملکرد پروتئین در سطح پنج درصد و بر سایر صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

دوره رشد ذرت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی (طول روز و درجه حرارت محیط)

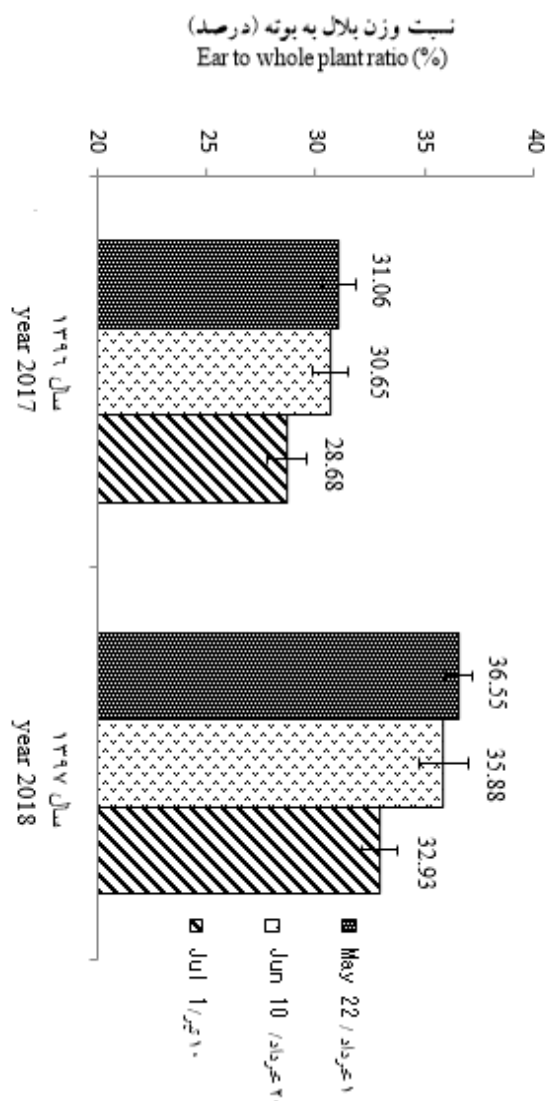
قرار دارد و شامل رشد رویشی و متعاقب آن رشد زایشی است (Mirhadi, 2003). در تحقیق حاضر، دوره رشد در سال ۱۳۹۷ با میانگین ۹۸/۱۵ روز، از برتری معنی‌دار نسبت به سال ۱۳۹۶ با میانگین ۹۶/۳۲ روز برخوردار بود (جدول ۴). علت این امر می‌تواند کمتر بودن نسبی میانگین درجه حرارت طی ماه‌های رشد و نمو ذرت در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ باشد که سبب به طول انجامیدن دوره رشد در این سال گردیده است. در میان تاریخ‌های کاشت، تاریخ کاشت سوم با ۱۰۳/۸۰ روز از برتری معنی‌دار نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت برخوردار بود. افزایش دوره رشد هیبریدهای مختلف ذرت در صورت تأخیر در کاشت پیش از این گزارش شده است و علت آن کاهش طول روز (کاهش ساعات آفتابی) و افت درجه حرارت دانسته شده است که سبب می‌شود گیاه دیرتر به مرحله مناسب برداشت علوفه (مرحله خمیری شدن دانه) برسد (Majidian & Esfahani, 2013). همچنان که انتظار می‌رفت بیشترین دوره رشد متعلق به هیبریدهای دیررس KSC۷۰۳C و KSC۷۰۴ (حدود ۱۰۹ روز) و کمترین دوره رشد متعلق به هیبریدهای زودرس KSC۲۰۱، KSC۲۶۰ و KSC۴۰۰ (به ترتیب ۷۸/۰۵، ۸۷/۵۰ و ۹۵/۶۳ روز) بود. با توجه به اینکه شرایط محیطی در هر تاریخ کاشت برای همه هیبریدها یکسان است، علت اصلی اختلاف در دوره رشد را باید در تفاوت‌های ژنتیکی دانست که سبب می‌شود هیبریدهای ذرت در گروه‌های مختلف رسیدگی جای بگیرند. اثر متقابل تاریخ کاشت و هیبرید بر دوره رشد در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین دوره رشد در تاریخ کشت سوم و متعلق به هیبریدهای دیررس KSC۷۰۴ و KSC ۷۰۳ بود (به ترتیب ۱۱۹/۱۷ و ۱۱۷/۱۷ روز) و کمترین متعلق به هیبرید KSC۲۰۱ در تاریخ کاشت اول بود (۷۲/۸۳ روز) که اختلافی حدوداً ۵۰ روزه را نشان می‌دهند. در تاریخ کاشت چهارم نیز هیبرید میان‌رس BC۶۷۸ با ۱۱۳/۸۳ روز، بیشترین دوره رشد را در میان هیبریدهای زودرس و میان‌رس داشت و کمترین دوره رشد متعلق به هیبرید زودرس KSC ۲۰۱ با ۸۸/۳۳ روز بود (جدول ۵).

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) نشان‌دهنده برتری معنی‌دار ارتفاع بوته در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال پیش از آن بود. علت این امر احتمالاً کاهش نسبی دما در ماه‌های تیر و مرداد سال ۱۳۹۷ بوده است که سبب افزایش دوره رشد رویشی گیاه و در نتیجه فرصت بیشتر برای افزایش طول بوته گردیده است. تاریخ‌های کاشت اول و سوم با به ترتیب ۲۲۵/۰۹ و ۲۱۱/۵۳ سانتیمتر ارتفاع، از بیشترین و کمترین طول بوته برخوردار بودند. با توجه به کاهش دوره رشد رویشی در شرایط مواجهه با گرمای نسبتاً شدید و کاهش طول روز که سبب تسریع در ورود به دوره رشد زایشی می‌شود (Choukan, 2012)، روند کاهشی ارتفاع بوته در شرایط تأخیر در زمان کاشت قابل توجیه است. درحالی‌که هیبریدهای دیررس KSC ۷۰۳ و KSC ۷۰۴ از بالاترین مقادیر ارتفاع بوته برخوردار بودند (به ترتیب ۲۳۳/۱۰ و ۲۳۸/۹۰ سانتیمتر)، ارتفاع بوته هیبریدهای زودرس به‌طور معنی‌داری کمتر بود، به‌طوری‌که هیبرید KSC۲۰۱ با ۱۸۷/۲۸ سانتیمتر، کمترین میزان ارتفاع بوته را به خود اختصاص داده بود. زیاد بودن ارتفاع

هیبریدهای دیررس ذرت پیش از این گزارش شده بود و علت آن افزایش فاصله بین میانگره‌ها دانسته شده است (Mirhadi, 2003).

تحقیقات مختلف بیانگر همبستگی منفی میان ارتفاع بوته و قطر ساقه ذرت است (Cheng *et al*., 2011). در تحقیق حاضر نیز کاهش ارتفاع بوته با افزایش قطر ساقه همراه بود، به‌طوری‌که تاریخ کاشت سوم (۱۰ تیر) علیرغم کمترین میزان ارتفاع بوته، بیشترین قطر ساقه (۲/۳۰ سانتیمتر) را به خود اختصاص داده بود (جدول ۴). از میان هیبریدهای مورد بررسی، هیبرید دیررس KSC۷۰۳ و هیبرید زودرس KSC۲۰۱ با به ترتیب ۲/۶۴ و ۱/۷۸ سانتیمتر، بیشترین و کمترین قطر ساقه را داشتند. تأثیرپذیری قطر ساقه از دوره رسیدگی هیبریدهای ذرت، توسط سایر محققین نیز گزارش شده بود (Khalili Mahaleh, 2006). با توجه به وقوع بادهای شدید تابستانه در منطقه همدان و دشت‌های شمالی استان، ارتفاع زیاد هیبریدهای دیررس ذرت در مراحل پایانی رشد و هم‌زمانی این مرحله با افزایش وزن بلال، می‌تواند سبب کاهش مقاومت ساقه و در نتیجه ورس بوته گردد که کاهش قابل توجه عملکرد علوفه به دلیل عدم توانایی چاپرهای ذرت برای برداشت بوته‌های خوابیده را در پی دارد. با این همه، با توجه به همبستگی منفی میان نسبت ارتفاع به قطر ساقه با مقاومت به ورس (Cheng *et al*., 2011)، ضخیم بودن ساقه هیبریدهای میان‌رس و دیررس می‌تواند تا حدودی سبب کاهش مشکل ورس گردد. جدول ۳ بیانگر معنی‌دار بودن اثر متقابل تاریخ کاشت و هیبرید بر قطر ساقه در سطح احتمال پنج درصد بود و همچنان که انتظار می‌رفت بیشترین و کمترین قطر ساقه به ترتیب در برهمکنش‌های تاریخ کاشت سوم و هیبرید دیررس KSC۷۰۳ (2/64 سانتیمتر) و تاریخ کشت اول و هیبرید زودرس KSC۲۰۱ (1/72) سانتیمتر مشاهده شد که اختلافی بالغ بر ۰/۹۲ سانتیمتر (۵۳/۵ درصد) را نشان دادند. در میان هیبریدهای زودرس و میان‌رس تاریخ کاشت چهارم، هیبرید میان‌رس KSC۶۴۷ با بیشترین قطر ساقه (۲/۴۶ سانتیمتر) حدود ۰/۵۴ سانتیمترضخیم تر از هیبرید زودرس KSC۲۰۱ با کمترین قطر ساقه بود (جدول ۵).

جدول ۴، بیانگر برتری معنی‌دار نسبت‌های وزن تر بلال و برگ به وزن تر بوته در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ بود که می‌تواند تا حدودی به سبب کمتر بودن نسبی دما در سال ۱۳۹۷ و در نتیجه بیشتر بودن دوره رشد گیاه در این سال باشد. بالاترین مقادیر نسبت‌های وزن تر بلال و برگ به وزن تر بوته در تاریخ‌های کاشت اول و دوم مشاهده شد (جدول۴). به نظر می‌رسد که کاهش معنی‌دار نسبت وزن بلال به بوته در تاریخ کاشت سوم، به دلیل تغییر محسوس شرایط محیطی بود. زیرا در صورت افت دما در مرحله رشد زایشی گیاه، تولید مواد فتوسنتزی کاهش یافته و انتقال این مواد به سمت مخزن (دانه) کند می‌شود که منجر به تولید بلال‌های کوچک و نازک می‌گردد (Choukan, 2012). تأثیرگذاری عوامل زراعی (مانند تاریخ کاشت) بر وزن بلال و برگ در بوته پیش از این گزارش شده بود (Ansarinia *et al*., 2019) و علوفه با نسبت بالای برگ و بلال به بوته، به عنوان علوفه‌ایده‌آل از نظر ارزش غذایی معرفی‌شده است، زیرا بیشترین قابلیت هضم و کمترین دیواره سلولی مربوط به بلال



شکل ۱- تأثیر برهمکنش سال و تاریخ کاشت بر نسبت وزن بلال به بوته در هیبریدهای ذرت سیلویی (LSD ٪۵ = ۱/۷۷)

Fig 1. The interaction effect between year and planting date on the ratio of ear weight to whole plant weight in silage maize hybrids (LSD $_{5\%}$= 1.77)

nvironments. *Agriculture*, 9(67): 1-10.

است و پس از آن برگ سهم عمده‌ای در این امر دارد (Dahmardeh *et al*., 2010). با توجه به این مطلب، علوفه حاصل در تاریخ‌های کاشت اول و دوم را می‌توان از نظر ارزش غذایی برتر از سایر تاریخ‌های کاشت دانست، بخصوص اینکه نسبت بلال به بوته در این دو تاریخ کاشت اندکی بیشتر از حد مطلوب نسبت بلال به بوته (۳۳ درصد) بود (Khandani, 2017). در میان هیبریدهای مورد بررسی، بیشترین مقدار نسبت بلال به بوته با ۳۸/۴۴ درصد متعلق به هیبرید زودرس KSC۲۰۱ و کمترین با ۲۷/۸۹ درصد متعلق به هیبرید دیررس KSC ۷۰۴ بود. تعداد دانه در بلال به عنوان یکی از صفات تعیین‌کننده وزن بلال، اگرچه تا حدودی تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی شناخته می‌شود،

به نظر می‌رسد که شرایط محیطی نیز بر آن تأثیرگذار باشد (Choukan, 2012). همچنان که مطابق جدول ۵، در تاریخ کاشت اول، نسبت وزن بلال به کل بوته برای هیبریدهای زودرس کمتر و برای هیبریدهای میان‌رس و دیررس بیشتر از تاریخ کاشت دوم است. علت این امر هم‌زمانی مرحله گرده‌افشانی در هیبریدهای زودرس کشت شده در اول خرداد با دوره اوج گرما در همدان (دهه اول و دوم تیرماه) است که سبب کاهش تعداد دانه در بلال می‌شود. زیرا در درجه حرارت‌های بالا، قابلیت زنده ماندن دانه گرده کاهش می‌یابد و کاکل‌های ظاهر شده نیز با از دست دادن سریع رطوبت، قابلیت پذیرش دانه گرده برای جوانه‌زنی را از دست می‌دهند و در نتیجه، تعداد دانه بارور شده در بلال کاهش می‌یابد (Mirhadi, 2003). اما هیبریدهای دیررس و میان‌رس به دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد رویشی، دیرتر به مرحله گلدهی وارد می‌شوند و بنابراین میزان دانه در بلال (و در نتیجه نسبت وزنی بلال به بوته) کمتر تحت تأثیر شرایط دمایی قرار می‌گیرد.

با توجه به اینکه بلال به دلیل مقادیر فراوان کربوهیدرات از ارزش غذایی بالایی برخوردار است و میزان اسید استیک و اسید لاکتیک علوفه را در طی سیلو کردن بالا می‌برد (Khandani, 2017)، می‌توان گفت که ارزش غذایی علوفه هیبریدهای زودرس تا حدودی بیشتر از هیبریدهای دیررس است، اگرچه پایین بودن نسبت وزن برگ به بوته در هیبریدهای زودرس می‌تواند از خوش‌خوراکی آن‌ها بکاهد. بالا بودن نسبت برگ به بوته در هیبریدهای دیررس می‌تواند به دلیل دوره رشد طولانی‌تر و در نتیجه پربرگی این هیبریدها باشد. بیشتر بودن تعداد برگ و سطح برگ بالاتر، به عنوان یکی از ویژگی‌های هیبریدهای دیررس ذرت معرفی‌شده است (Estakhr & Choukan, 2006). جدول ۳، بیانگر معنی‌دار بودن اثر متقابل سال و تاریخ کاشت بر نسبت وزن بلال به بوته در سطح پنج درصد است. مقایسه میانگین برهمکنش سال و تاریخ کاشت (شکل ۱)، نشان‌دهنده افزایش نسبت وزن بلال در تمامی تاریخ‌های کاشت در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول بود که حاکی از وجود شرایط مناسب‌تر محیطی برای تشکیل و پر شدن دانه‌های بلال در سال ۱۳۹۷ است.

جدول۴، نشانگر کاهش ۷/۶۱ واحدی نسبت وزن ساقه به بوته در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ بود که این امر با توجه به گزارش رابطه معکوس میان مجموع نسبت‌های وزن برگ و بلال به بوته و نسبت وزن ساقه به بوته (Khalili Mahaleh, 2006) قابل توجیه است. وزن ساقه بیش از هر چیز تحت تأثیر قطر ساقه است و بوته‌های قطورتر عمدتاً وزن ساقه بیشتری دارند. در تحقیق حاضر نیز هیبریدهای دیررس و میان‌رس، به سبب قطر ساقه بیشتر، نسبت ساقه به بوته بالاتری داشتند. اگرچه ساقه به دلیل ذخیره مواد فتوسنتزی در دوره رشد گیاه، امکان تداوم تولید را فراهم آورده و نقشی کلیدی در تولید علوفه دارد، اما به دلیل دارا بودن بافت لیگنینی، می‌تواند تا حدودی سبب کاهش قابلیت هضم علوفه شود (Albayrak *et al.*, 2010). اثر متقابل تاریخ کاشت و هیبرید بر نسبت ساقه به بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در برهمکنش تاریخ کاشت سوم و هیبرید دیررس KSC۷۰۴ (57/48) درصد و تاریخ کشت دوم

و هیبرید زودرس KSC۴۰۰ (47/07) درصد مشاهده شد که اختلاف ۱۰/۴۱ واحدی داشتند. در میان هیبریدهای زودرس و میان‌رس تاریخ کاشت چهارم، هیبرید میان‌رس۶۷۸ BC به عنوان هیبرید دارای بالاترین نسبت ساقه به بوته (۶۱/۲۷ درصد)، بیشترین اختلاف را با هیبرید زودرس KSC ۲۶۰ با نسبت ساقه به بوته ۵۰/۵۷ درصد نشان داد (جدول ۵).

مطابق جدول ۴، میانگین عملکرد علوفه تر ذرت در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۵۴۵۳۲ و ۵۶۵۰۴ کیلوگرم در هکتار بود که با توجه به مقادیر متوسط کشوری عملکرد ذرت علوفه‌ای در سال‌های یاد شده (به ترتیب ۵۰۵۶۲ و ۵۲۱۴۳ کیلوگرم در هکتار) (Agricultural statistics, 2018 & 2019)، ظرفیت بالای تولید ذرت علوفه‌ای در منطقه همدان را نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد علوفه تر به میزان حدود ۶۰ تن در هکتار متعلق به تاریخ کشت اول بود و با به تأخیر افتادن زمان کاشت، عملکرد روندی نزولی داشت. به نظر می‌رسد که بالا بودن عملکرد در تاریخ کاشت اول به دلیل مناسب بودن شرایط دمایی بود که باعث می‌شود گیاه دوره رشد خود را کامل‌تر کند و انباشت مواد فتوسنتزی بیشتر گردد. درحالی‌که در تاریخ‌های کاشت بعدی، گیاهان به‌دلیل بالا بودن دما سریع‌تر وارد فاز زایشی شده و دوره رشدشان کوتاه می‌شود که این امر سبب کاهش میزان ماده تولیدی و انباشت شده در قسمت‌های مختلف بوته و نهایتاً افت بیوماس تولیدی می‌شود. از میان هیبریدهای مورد بررسی، هیبرید دیررس KSC ۷۰۳ با ۷۱۳۲۲ کیلوگرم بیشترین میزان عملکرد و هیبرید زودرس KSC۲۰۱ با ۳۷۴۶۹ کیلوگرم در هکتار پایین‌ترین میزان عملکرد علوفه تر را داشت. بالا بودن عملکرد علوفه تر هیبریدهای دیررس و میان‌رس نسبت به هیبریدهای زودرس ممکن است به دلیل دوره طولانی‌تر رشد و در نتیجه ارتفاع و قطر ساقه بیشتر و همچنین نسبت بالاتر برگ به بوته باشد. با توجه به اینکه سطح برگ و ارتفاع بوته از عوامل افزایش جذب نور بوده و باعث ذخیره بیشتر مواد غذایی در بافت گیاه می‌شوند، وجود بوته‌های بلند و پربرگ سبب افزایش ماده خشک و بیوماس تولیدی ذرت می‌گردد (Mirhadi, 2003). با توجه به جدول۵، با به تأخیر افتادن تاریخ کاشت به ۱۰ تیرماه، میزان کاهش عملکرد علوفه هیبریدهای مختلف یکسان نبوده است و به عنوان مثال هیبرید دیررس ۷۰۴ با حدود ۱۸ درصد کاهش عملکرد نسبت به تاریخ کاشت اول خرداد مواجه شده است، در حالی‌که هیبرید زودرس ۴۰۰ تنها با ۹ درصد کاهش عملکرد روبرو شده است. کاهش نسبتاً جزئی عملکرد علوفه تر هیبریدهای زودرس در مقایسه با هیبریدهای دیررس را می‌توان از مزیت‌های عمده کشت هیبریدهای زودرس در شرایط کشت تأخیری دانست.

با توجه به همبستگی مستقیم و معنی‌دار میان مقادیر عملکرد تر و خشک علوفه ذرت که بعضاً تا ۹۲ درصد گزارش شده است (Ehteshami *et al.*, 2010)، انتظار می‌رفت که تاریخ‌ها و هیبریدهای با عملکرد بالای علوفه تر، از عملکرد خشک بالایی نیز برخوردار باشند، همچنان که در تحقیق حاضر نیز بیشترین علوفه خشک به میزان ۱۸۳۴۲کیلوگرم در هکتار مربوط به تاریخ کاشت اول بود (تاریخ کاشت سوم با ۱۴۷۷۰کیلوگرم در

هکتار کمترین میزان را داشت)، همچنین در میان هیبریدها، هیبرید دیررس KSC۷۰۴ با عملکرد خشک ۲۰۰۲۹کیلوگرم در هکتار در رتبه اول قرار گرفت و هیبرید زودرس KSC۲۰۱ با ۸۴۰۹ کیلوگرم اختلاف، در رتبه آخر جای گرفت. همچنانکه جدول ۳ نشان می دهد اثر برهمکنش تاریخ کاشت و هیبرید بر عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بیشترین میزان عملکرد خشک (۲۴۱۷۱ کیلوگرم بر هکتار) برای برهمکنش تاریخ کاشت اول و هیبرید دیررس KSC۷۰۳ به‌دست آمد که از برتری ۱۳۵درصدی نسبت به کمترین میزان عملکرد علوفه خشک (متعلق به برهمکنش تاریخ کشت سوم و هیبرید زودرس KSC۲۰۱) برخوردار بود. در تاریخ کاشت چهارم نیز هیبرید میان‌رسBC۶۷۸ با ۱۲۹۶۵ کیلوگرم بر هکتار از بیشترین عملکرد علوفه خشک برخوردار بود و هیبرید زودرس KSC ۲۰۱با حدود ۲۶ درصد اختلاف،کمترین میزان عملکرد علوفه خشک را به خود اختصاص داد (جدول ۵).

نسبت بین میزان عملکرد خشک و عملکرد تر (درصد ماده خشک علوفه) امکان برآورد میزان رطوبت علوفه تر، که از عوامل مؤثر در فرایند سیلاژ کردن علوفه است، را فراهم می‌سازد. حد مطلوب ماده خشک علوفه ذرت در زمان برداشت ۳۲-۲۶ درصد است و با توجه به افزایش فعالیت بیولوژیکی باکتری‌های مؤثر در تخمیر علوفه (باکتری‌های تولیدکننده اسید بوتیریک) در شرایط مرطوب، سیلاژ ذرت با رطوبت بیش از ۷۴ درصد (ماده خشک کمتر از ۲۶ درصد) سبب تخمیر نامطلوب علوفه و اتلاف میزان قابل‌توجهی از مواد معدنی، ویتامین‌ها، قند محلول و آنزیم‌های ارزشمند گیاهی به‌صورت پساب و یا بر اثر تخریب باکتریایی می‌شود که در نهایت عملکرد گاو به عنوان مصرف‌کننده را کاهش می‌دهد (Khandani, 2017). در تحقیق حاضر بیشترین وکمترین درصد ماده خشک به ترتیب متعلق به هیبرید KSC۴۰۰ (32/15) درصد) و هیبرید 27/88) درصد بود و در میان تاریخ‌های کشت نیز تاریخ های اول، دوم و سوم کاشت با به ترتیب ۳۰/۶۸، ۳۰/۲۰ و ۲۹/۲۸ درصد، رتبه‌های اول، دوم و سوم را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). اگرچه عامل ژنتیک تا حدودی بر درصد ماده خشک علوفه ذرت تاثیر گذار است، دمای محیط در زمان برداشت، اهمیت زیادی در تعیین رطوبت علوفه دارد. به طورکلی هر چه دمای محیط در زمان برداشت علوفه بالاتر باشد، رطوبت اندام‌های گیاهی کمتر خواهد بود که این امر افزایش درصد ماده خشک را در پی دارد (Choukan, 2012). برای مثال در تاریخ کاشت اول، زمان برداشت هیبرید زودرس ۲۰۱ مصادف با گرمای شدید نیمه اول مرداد است که این امر سبب رطوبت نسبتاً پایین علوفه در هنگام برداشت و در نتیجه افزایش درصد ماده خشک می‌شود، در حالی‌که زمان برداشت هیبریدهای دیررس مصادف با کاهش نسبی دما در شهریورماه است که سبب افزایش رطوبت نسبی علوفه در زمان برداشت و در نتیجه کاهش درصد ماده خشک می‌گردد (در تاریخ کاشت اول، میانگین درصد ماده خشک برای هیبریدهای زودرس ۳۱/۳۶ درصد و برای هیبریدهای میان‌رس و دیررس ۳۰/۱۶ درصد بود). با توجه به مطالب ذکر شده، همبستگی منفی

میان دوره رشد و درصد ماده خشک قابل توجیه است. اثر متقابل تاریخ کاشت و هیبرید بر نسبت ماده خشک علوفه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در برهمکنش تاریخ کاشت دوم و هیبرید زودرس KSC۴۰۰ (36/46) درصد) و تاریخ کشت سوم و هیبرید میان رس KSC۶۴۷ درصد مشاهده شد که اختلاف ۹/۱۴ واحدی داشتند. طولانی بودن نسبی دوره رشد هیبریدهای BC۶۷۸ و KSC۶۴۷ در تاریخ کاشت چهارم، سبب همزمانی مراحل شیری و خمیری شدن دانه با کاهش قابل توجه دما در نیمه پاییز و در نتیجه کند شدن روند طبیعی کاهش رطوبت علوفه و آبدار شدن بافت‌های گیاهی در هنگام برداشت علوفه گردید که پیامد آن، کاهش نسبی درصد ماده خشک هیبریدهای میان‌رس بود. با توجه به پایین بودن مقدار ماده خشک هیبریدهای KSC۶۴۷ و BC۶۷۸ (به ترتیب ۲۳/۲۴ و ۲۲/۷۲ درصد)، احتمال فسادپذیری و یا کاهش کیفیت سیلاژ علوفه هیبریدهای میان‌رس در تاریخ کاشت چهارم بالاست، در حالیکه هیبریدهای زودرس KSC۲۰۱، KSC۰۶۲ و KSC۴۰۰ به دلیل کوتاه بودن دوره رشد و وجود فرصت کافی برای کاهش رطوبت علوفه، از مقادیر مطلوب ماده خشک برخوردار بودند (به ترتیب ۳۰/۸۶، ۲۹/۵۷ و ۲۸/۷۶ درصد).

اگرچه میزان پروتئین علوفه ذرت نسبتاً پایین است و معمولاً سیلاژ ذرت با یک منبع غذایی دیگر سرشار از پروتئین ترکیب می‌شود تا پروتئین مورد نیاز دام تأمین شود، به دلیل قابلیت هضم بالای پروتئین و تأثیر آن بر افزایش شاخص قابلیت هضم علوفه، اندازه‌گیری درصد پروتئین علوفه به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی ضروری است (Khandani, 2017). کمترین میزان پروتئین (۱۲/۸۳ درصد) مربوط به تاریخ کاشت اول بود که عمده دوره رشد رویشی آن پیش از دوره اوج گرما در منطقه همدان بود. افزایش تولید پروتئین‌ها و آنزیم‌های شوک حرارتی در ذرت تحت شرایط گرمای شدید و در نتیجه افزایش درصد پروتئین خام گزارش شده است (Ahmadi & Mirhaji, 2012). در تحقیق حاضر نیز تاریخ کشت سوم به دلیل متقارن بودن بخش عمده دوره رشد رویشی آن با دوره اوج گرما، از بیشترین میزان پروتئین خام علوفه خشک (۱۵/۰۱ درصد) برخوردار بود. روند افزایشی درصد پروتئین با به تأخیر افتادن هر چه بیشتر زمان کاشت، سرانجام در تاریخ کاشت چهارم متوقف شده و روندی کاهشی به خود می‌گیرد. به‌طوری‌که درصد پروتئین هیبرید KSC۲۰۱ از ۱۵/۶۲ درصد در تاریخ کاشت سوم به ۱۳/۱۲درصد در تاریخ کاشت چهارم کاهش می‌یابد (جدول ۵). علت این امر مصادف شدن بخش عمده دوره رشد این هیبرید (و سایر هیبریدهای زودرس و میان‌رس) با زمان کاهش نسبی دما بوده است که سبب کاهش تولید پروتئین‌های شوک حرارتی گردیده است. در حالت نگهداری و تولید دام، حداقل میزان پروتئین علوفه مصرفی ۱۰-۸ درصد گزارش شده است (Dahmardeh *et al*., 2010). بنابراین می‌توان میزان پروتئین علوفه تاریخ‌های مختلف کاشت در آزمایش حاضر را مطلوب دانست. بیشترین میزان پروتئین در میان هیبریدهای مورد بررسی، به ترتیب متعلق به هیبریدهای زودرس KSC۲۰۱ (14/63 درصد)، KSC۲۶۰ (14/09)

درصد و KSC۴۰۰ (14/04) درصد بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که علیرغم تأثیرگذاری عوامل محیطی بر میزان پروتئین علوفه و دانه ذرت، درصد پروتئین تا حدود زیادی تحت تأثیر ژنتیک قرار دارد (Choukan, 2012). درصد پروتئین دانه هیبریدهای زودرس بیشتر از هیبریدهای دیررس گزارش شده است و با توجه به مقادیر بالای سایر فاکتورهای کیفی مانند درصد چربی، فیبر، خاکستر و انرژی خام در هیبریدهای زودرس، کیفیت دانه هیبریدهای زودرس برتر از هیبریدهای دیررس دانسته شده است (Jahangirlou *et al*., 2016). اگرچه در آزمایش حاضر، درصد پروتئین علوفه مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است، با توجه به نسبت بالای وزن بلال به بوته در هیبریدهای زودرس که حاکی از سهم بالای وزن دانه نسبت به وزن بوته است، به نظر می‌رسد برتری هیبریدهای زودرس از نظر میزان پروتئین علوفه نسبت به سایر هیبریدها، قابل توجیه باشد. اثر متقابل تاریخ کاشت و هیبرید بر درصد پروتئین در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در برهمکنش تاریخ کاشت سوم و هیبریدهای زودرس KSC۲۰۱ و KSC۴۰۰ (62/15) درصد و تاریخ کشت اول و هیبرید دیررس KSC407 KSC11/12 درصد) مشاهده شد که اختلاف ۳/۵۱ واحدی داشتند. در تاریخ کاشت چهارم نیز هیبرید زودرس KSC۲۰۱ با ۱۳/۱۲درصد، بیشترین میزان پروتئین را در میان هیبریدهای زودرس و میان‌رس داشت و کمترین میزان متعلق به هیبرید میان‌رس KSC۶۴۷ با ۱۱/۲۱درصد بود (جدول ۵).

علیرغم اهمیت درصد پروتئین علوفه، این صفت به تنهایی نمی‌تواند معرف کیفیت علوفه باشد زیرا ممکن است یک هیبرید علیرغم درصد پروتئین بالا، به دلیل پایین بودن عملکرد علوفه خشک، نسبت به هیبرید دیگری که درصد پروتئین کمتر ولی تولید ماده خشک بیشتری دارد، عملکرد پروتئین پایین‌تر و در نتیجه اهمیت کمتری داشته باشد (Darby & Lauer, 2002). در تحقیق حاضر، تاریخ کاشت اول علیرغم میزان نه چندان بالای درصد پروتئین، به دلیل مقادیر بالای علوفه خشک تولیدی، بیشترین عملکرد پروتئین به میزان ۲۳۳۰ کیلوگرم در هکتار را به خود اختصاص داد. در مقابل، عملکرد پروتئین تاریخ کاشت سوم، علیرغم داشتن بالاترین درصد پروتئین، حدود ۱۳۲کیلوگرم کمتر بود (جدول ۴). با توجه به اینکه عملکرد پروتئین تحت تأثیر عملکرد علوفه خشک و درصد پروتئین علوفه است، برتری هیبریدهای دیررس، به دلیل مقادیر قابل توجه عملکرد علوفه خشک (علیرغم مقادیر کمتر درصد پروتئین)، نسبت به هیبریدهای زودرس قابل انتظار بود. همچنان که در تحقیق حاضر، هیبریدهای KSC۷۰۳ و KSC۷۰۴ به ترتیب با حدود ۲۸۱۷ و ۲۶۱۳ کیلوگرم در هکتار، از برتری معنی‌دار نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بودند. مطابق جدول ۵، بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک با ۲۴۱۷۱ کیلوگرم بر هکتار متعلق به برهمکنش هیبرید دیررس KSC ۷۰۳ و تاریخ کاشت اول بود که این امر سبب شد علیرغم میزان نسبتاً پایین پروتئین (۱۲/۶۳ درصد)، از بیشترین عملکرد پروتئین به میزان حدود ۳۰۵۵ کیلوگرم بر هکتار بهره‌مند باشد. در مقابل برهمکنش هیبرید زودرس KSC۲۰۱ و تاریخ کاشت سوم، علیرغم میزان بالای پروتئین (۱۵/۶۲ درصد)، به دلیل میزان

پایین عملکرد علوفه خشک (۱۰۲۵۱ کیلوگرم بر هکتار)، از پایین‌ترین عملکرد پروتئین به میزان حدود ۱۵۹۸ کیلوگرم بر هکتار برخوردار بود. در تاریخ کاشت چهارم، بالا بودن نسبی مقادیر عملکرد و پروتئین علوفه خشک هیبرید زودرس KSC۴۰۰ (به ترتیب ۱۱۵۶۹ کیلوگرم بر هکتار و ۱۲/۷۸درصد) سبب شد که این هیبرید با عملکرد پروتئین حدود ۱۴۷۶ کیلوگرم بر هکتار، در میان هیبریدهای برتر از نظر میزان عملکرد پروتئین قرار بگیرد.

نتیجه‌گیری

کاشت به هنگام ذرت، امکان بهره‌برداری بهینه گیاه از ظرفیت‌های فصل زراعی و در نتیجه رشد مطلوب و دستیابی به حداکثر عملکرد را فراهم می‌آورد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کشت ذرت در اوایل خرداد، بیشترین میزان علوفه تر و خشک را به همراه خواهد داشت و هر چه زمان کاشت به تأخیر بیافتد، افت عملکرد علوفه تر و خشک بیشتر خواهد بود. با توجه به مقادیر قابل توجه عملکرد علوفه تر و خشک هیبریدهای دیررس در تاریخ‌های کاشت اول و دوم و عدم محدودیت زمانی برای کاشت گیاهان پاییزه پس از برداشت محصول، پیشنهاد می‌شود که در صورت میسر بودن کاشت به هنگام ذرت (طی دهه‌های اول و دوم خردادماه)، کشت هیبریدهای دیررس جهت دستیابی به حداکثر عملکرد کمی (تولید علوفه تر و خشک) و کیفی (عملکرد پروتئین) مورد نظر قرار گیرد. اگرچه برداشت هیبریدهای دیررس تاریخ کاشت سوم پیش از مواجهه با سرمای شدید پاییزه میسر است با این همه، کشت هیبریدهای گروه رسیدگی ۷۰۰ فائو در اوایل فصل تابستان، سبب تأخیر بیش از حد و دشوار شدن عملیات آماده‌سازی زمین (به دلیل شروع بارش‌های پاییزه از نیمه آبان‌ماه) برای کاشت گیاهان پاییزه معمول در همدان چون گندم، جو، نخود، سیر و سیب‌زمینی و متعاقباً افت عملکرد آن‌ها می‌شود و بنابراین پیشنهاد می‌شود که در صورت موکول شدن زمان کاشت به اوایل تیرماه، کشت هیبریدهای میان‌رس در اولویت قرار گیرد. با توجه به طولانی بودن دوره رشد هیبریدهای دیررس ذرت و افت شدید دما در نیمه دوم پاییز در همدان که خطر سرمازدگی بوته‌های ذرت پیش از زمان مناسب برداشت را در پی دارد، کاشت تأخیری هیبریدهای دیررس در نیمه دوم تیرماه (تاریخ کاشت چهارم) در این منطقه به هیچ وجه توصیه نمی‌شود، همچنین به دلیل طولانی بودن نسبی دوره رشد هیبریدهای گروه رسیدگی ۶۰۰ فائو در تاریخ کاشت چهارم و پایین بودن بیش از حد ماده خشک علوفه در هنگام برداشت (کمتر از ۲۳ درصد) که سبب افزایش احتمال فسادپذیری و کاهش قابل توجه ارزش غذایی علوفه سیلویی می‌شود، تأخیر فراوان در کشت هیبریدهای میان‌رس نیز پیشنهاد نمی‌شود.

علاوه بر موارد ذکر شده، تجربه سال‌های اخیر بیانگر روند نزولی بهای علوفه ذرت در طول فصل برداشت است، به‌طوری‌که به دلیل برداشت وسیع و عرضه فراوان ذرت علوفه‌ای به بازار در ماه‌های مهر و آبان، قیمت این محصول با افت چشمگیری نسبت به اواسط و اواخر تابستان مواجه می‌شود که این امر می‌تواند حاشیه سود ذرت‌کاران را به شدت کاهش دهد، به نحوی‌که ممکن است کشاورزانی که اقدام به کاشت دیرهنگام هیبریدهای زودرس

ذرت علوفه‌ای می‌کنند علیرغم عملکرد کمتر، به دلیل دوره کوتاه‌تر رشد و عرضه محصول در زمان مناسب به بازار مصرف، درآمد مناسبی داشته باشند. این امر به‌جز صرفه‌جویی در مصرف نهاده ارزشمند آب است که برای هیبریدهای زودرس حدود ۲۵-۲۰ درصد کمتر از هیبریدهای دیررس است. با توجه به موارد فوق پیشنهاد می‌شود که در صورت به تأخیر افتادن زمان کاشت ذرت سیلویی در منطقه همدان و اقلیم‌های مشابه به اواسط و یا اواخر تیرماه کشت هیبریدهای زودرس، بخصوص هیبرید KSC۴۰۰ به‌دلیل مقادیر نسبتاً بالای عملکرد علوفه تر و خشک و درصد و عملکرد پروتئین، در اولویت قرار گیرد.

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات کمی و کیفی هیبریدهای ذرت سیلویی

Table 3. Combined analysis of variance for the quantitative and qualitative traits of silage maize hybrids

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean squares										
		دوره رشد	ارتفاع بوته	قطر ساقه	نسبت وزن بلال به کل بوته	نسبت وزن برگ به کل بوته	نسبت وزن ساقه به کل بوته	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	درصد ماده خشک	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
S.O.V.	df	Growth period	Plant height	Stem diameter	Ratio of ear weight to whole plant weight	Ratio of leaf weight to whole plant weight	Ratio of stem weight to whole plant weight	Fresh forage yield	Dry forage yield	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Protein yield
سال Year	1	104.96**	1244.57*	0.42^{ns}	785.30**	216.23**	1825.68**	122544029*	17775796^{ns}	18.38^{ns}	6.56^{ns}	237234.8^{ns}
سال (تکرار) Year (replication)	4	0.67^{ns}	86.07^{ns}	0.05^{ns}	10.94^{ns}	3.02^{ns}	6.49^{ns}	12997709^{ns}	6557081*	31.21^{ns}	2.06^{ns}	340151.77*
تاریخ کاشت Planting date	2	3187.39**	1947.56*	0.19*	107.69*	42.61*	283.97*	925584008*	161617798**	21.97*	53.24**	393113.57^{ns}
تاریخ کاشت× سال Planting date×Year	2	0.15^{ns}	30.02^{ns}	0.01^{ns}	4.47*	1.83^{ns}	3.31^{ns}	31869996^{ns}	390772^{ns}	1.38^{ns}	0.09^{ns}	66663.57^{ns}
خطا ۱	8	1.66	80.81	0.04	7.68	2.85	11.57	19343705	1077616	7.76	0.89	59918.94

Error1												
هیبرید Hybrid	6	2305.33**	5884.26**	1.47**	269.40**	113.38**	81.60**	3491294805**	262849203**	7.73**	0.15**	3613509.90*
هیبرید× سال Hybrid×Year	6	2.05^{ns}	155.00^{ns}	0.01^{ns}	6.28^{ns}	2.84^{ns}	11.03^{ns}	36578182^{ns}	145601^{ns}	1.61^{ns}	0.04^{ns}	110147.56^{ns}
هیبرید× تاریخ کاشت Hybrid×Planting date	12	21.18**	33.31^{ns}	0.01*	8.24^{ns}	4.11^{ns}	21.36*	52319027	13213485**	22.07**	0.43**	208133.50^{ns}
هیبرید× تاریخ کاشت× سال Hybrid×Planting date×Year	12	0.35^{ns}	34.97^{ns}	0.01^{ns}	5.69^{ns}	2.24^{ns}	6.36^{ns}	27840656^{ns}	214345^{ns}	0.78^{ns}	0.04^{ns}	133413.01^{ns}
خطا۲ Error 2	72	1.48	94.70	0.04	8.96	3.30	11.93	27109548	3112286	12.07	1.52	191301.59
کای‌اسکوئر مشاهده شده Observed Chi-square ($\chi 2$)	1	0.08	0.57	0.15	0.88	0.78	1.83	0.51	0.06	0.16	0.10	0.03
ضریب تغییرات(درصد) C.V. (%)		13.02	9.15	14.40	16.34	20.28	11.36	26.04	25.51	8.09	10.74	25.91

ns، * و** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال درصد

ns, * and **: non significant, significant at 5 and 1% levels of probability, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای سال، تاریخ کاشت و هیبرید بر صفات کمی و کیفی هیبریدهای ذرت سیلویی

Table 4. Mean comparison of the effect of year, planting date and hybrid treatments on the quantitative and qualitative traits of silage maize hybrids

تیمارها	دوره رشد (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	نسبت وزن بلال به کل بوته (٪)	نسبت وزن بیگ به کل بوته (٪)	نسبت وزن ساقه به کل بوته (٪)	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم بر هکتار)	درصد ماده خشک	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین (کیلوگرم بر هکتار)
Treatments	Growth period (day)	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Ratio of ear weight to whole plant weight (%)	Ratio of leaf weight to whole plant weight (%)	Ratio of stem weight to whole plant weight (%)	Fresh forage yield (kg.h^{-1})	Dry forage yield (kg.h^{-1})	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Protein yield (kg.h^{-1})
۱۳۹۶ 2017	96.32	214.78	2.28	30.13	14.84	55.03	54532	16078	29.56	13.99	2227.09
۱۳۹۷ 2018	98.15	221.06	2.17	35.13	17.46	47.42	56504	17105	30.39	13.53	2300.90
LSD (5%)	0.41	4.59	0.12	1.64	0.86	1.26	1783	1267	4.28	0.71	288.52
۱ خرداد May 22	90.14	225.09	2.16	33.81	17.03	49.16	60008	18342	30.68	12.83	2330.12
۲۰ خرداد June 10	97.78	217.14	2.21	33.26	16.36	50.37	55904	16634	30.20	13.43	2224.68
۱۰ تیر	103.80	211.53	2.30	30.80	15.05	54.15	50643	14770	29.28	15.01	2198.77

July 1											
LSD (5%)	0.65	4.52	0.10	1.39	0.85	1.71	2213	522	1.69	0.48	123.18
KSC 201	78.05	187.28	1.78	38.44	12.36	49.21	37469	11620	31.01	14.63	1689.40
KSC 260	87.50	202.88	2.00	35.97	13.71	50.32	40499	12622	31.07	14.09	1769.66
KSC 400	95.63	213.77	2.14	34.95	15.36	49.68	45732	14720	32.15	14.04	2056.19
KSC 647	100.11	227.48	2.32	30.65	17.18	52.17	62498	17466	27.88	13.61	2366.70
BC 678	101.11	222.04	2.45	29.31	16.81	53.87	62668	18510	29.45	13.58	2497.88
KSC 703	109.00	233.10	2.64	31.16	19.58	49.25	71322	21095	29.50	13.34	2816.54
KSC 704	109.28	238.90	2.25	27.89	18.03	54.08	68443	20029	29.18	13.02	2613.12
LSD (5%)	0.81	6.47	0.13	1.99	1.21	2.29	3460	1172	2.35	0.82	290.63

جدول۵- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش های دوگانه تیمارهای تاریخ کاشت و هیبرید بر صفات کمی و کیفی هیبریدهای ذرت سیلویی

Table 5. Mean comparison of effect of two-way interactions for planting date and hybrid treatments on the quantitative and qualitative traits of silage maize hybrids

تیمارها	دوره رشد (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	نسبت‌وزن بلال به کل بوته (٪)	نسبت وزن‌برگ به کل بوته (٪)	نسبت‌وزن ساقه‌به کل بوته (٪)	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم بر هکتار)	درصد ماده خشک	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین (کیلوگرم بر هکتار)
Treatments	Growth period (day)	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Ratio of ear weight to whole plant weight (%)	Ratio of leaf weight to whole plant weight (%)	Ratio of stem weight to whole plant weight (%)	Fresh forage yield ($kg.h^{-1}$)	Dry forage yield ($kg.h^{-1}$)	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Protein yield ($kg.h^{-1}$)
۱ خرداد ×KSC ۲۰۱ May 22× KSC 201	72.83	193.23	1.72	38.52	12.26	49.22	37954	11798	31.12	14.02	1653.7
۱خرداد ×KSC ۲۶۰ May 22×KSC 260	80.17	207.77	1.90	35.51	13.65	50.84	41358	12986	31.43	13.12	1702.6
۱ خرداد ×KSC ۴۰۰ May 22×KSC 400	88.33	217.37	2.100	34.98	15.32	49.70	47185	14897	31.52	12.95	1931.0
۱ خرداد ×KSC ۶۴۷ May 22×KSC 647	94.33	235.73	2.25	32.71	18.84	48.45	68845	19815	28.78	12.64	2503.9
۱ خرداد ×BC ۶۷۸ May 22×BC 678	95.67	229.87	2.39	31.25	18.65	50.10	70124	21455	30.52	12.35	2645.8
۱ خرداد ×KSC ۷۰۳ May 22×KSC 703	99.50	241.53	2.59	30.87	19.01	50.12	78895	24171	30.65	12.63	3054.6
۱ خرداد ×KSC ۷۰۴ May 22×KSC 704	100.17	250.10	2.22	30.41	19.23	50.36	75698	23244	30.70	12.11	2814.9
۲۰خرداد ×KSC ۲۰۱	77.83	188.10	1.79	40.21	12.58	47.21	39865	12812	32.14	14.24	1817.0

June 10×KSC 201											
۲۰× KSC ۲۶۰ خرداد June 10×KSC 260	88.67	202.23	1.96	37.89	14.35	47.76	42557	13835	32.57	13.89	1922.7
۲۰× KSC ۴۰۰ خرداد June 10×KSC 400	97.33	213.70	2.13	36.52	16.42	47.07	47856	16012	33.46	13.54	2165.3
۲۰× KSC ۶۴۷ خرداد June 10×KSC 647	100.33	226.57	2.31	30.280	17	52.72	61255	16886	27.56	13.25	2239.6
۲۰× BC ۶۷۸ خرداد June 10×BC 678	101.50	221.57	2.41	29.11	16.58	54.31	62454	17751	28.37	13.16	2348.8
۲۰× KSC ۷۰۳ خرداد June 10×KSC 703	110.33	231.23	2.64	28.81	18.93	52.26	69857	20145	29.09	13.12	2631.7
۲۰× KSC ۷۰۴ خرداد June 10×KSC 704	108.50	236.60	2.25	27.59	18.02	54.39	67485	18997	28.30	12.84	2447.6
۱۰× KSC ۲۰۱ تیر July 1×KSC 201	83.50	180.50	1.83	36.58	12.23	51.19	34589	10251	29.75	15.62	1597.7
۱۰× KSC ۲۶۰ تیر July 1×KSC 260	93.67	198.63	2.13	34.52	13.12	52.36	37581	11045	29.37	15.26	1687.7
۱۰× KSC ۴۰۰ تیر July 1×KSC 400	101.23	210.23	2.19	33.36	14.36	52.28	42154	13250	31.48	15.62	2072.2
۱۰× KSC ۶۴۷ تیر July 1×KSC 647	105.67	220.13	2.39	28.96	15.69	55.35	57394	15698	27.32	14.95	2356.6
۱۰× BC ۶۷۸ تیر	106.17	214.70	2.56	27.58	15.21	57.21	55426	16325	29.48	15.24	2499.0

July 1×BC 678											
۱۰× KSC ۷۰۳ تیر July 1×KSC 703	117.17	226.53	2.69	28.95	17.89	53.16	65214	18965	29.32	14.28	2711.4
۱۰× KSC ۷۰۴ تیر July 1×KSC 704	119.17	230.00	2.29	25.68	16.84	57.48	62145	17850	29.07	14.10	2495.3
LSD (5%)	1.83	11.59	0.21	4.82	2.74	6.28	55654	1745	4.65	1.30	498.3
۳۰× KSC ۲۰۱ تیر July 21×KSC 201	88.33	177.57	1.92	35.61	12.03	52.36	31254	9632	30.86	13.12	1265.36
۳۰× KSC ۲۶۰ تیر July 21×KSC 260	96.23	190.23	2.25	36.85	12.58	50.57	33568	9932	29.57	12.36	1230.01
۳۰× KSC ۴۰۰ تیر July 21×KSC 400	103.67	208.70	2.31	31.58	13.58	54.84	40258	11569	28.76	12.78	1476.36
۳۰× KSC ۶۴۷ تیر July 21×KSC 647	113.17	214.60	2.46	26.58	14.23	59.19	54002	12562	23.24	11.21	1406.69
۳۰× BC ۶۷۸ تیر July 21×BC 678	113.83	210.57	2.40	25.45	13.28	61.27	56980	12965	22.72	11.56	1496.25

References

Abdoli, M. 2020. Improving agronomic and morphological characteristics of forage maize by changing planting date and determining the most suitable harvest time in Varamin region. *Journal of Plant Production*, 10(1): 1-13 (In Persian with English Summary).

Agricultural statistics. 2018. *Ministry of Agricultural Jihad*. Tehran, Iran, 127 pp (In Persian).

Agricultural statistics. 2019. *Ministry of Agricultural Jihad*. Tehran, Iran, 125 pp (In Persian).

Albayrak, S., Turk, M., Yukel, O., and Yilmaz, M. 2011. Forage yield and quality of perennial legume – grass mixtures under rainfed conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 39(1): 114-118.

Ansarinia, M., Mobaser, H., Nour Mohammadi, G.H., and Delkhosh, B. 2012. Determining of suitable sowing date for different corn hybrids in rice rotation system. *New Finding In Agriculture*, 6(4): 191-200 (In Persian with English Summary).

Cheng, F.L., Du, X., Liu, M.X., Jin, X.L., and Cui, Y.H. 2011. Lodging of summer maize and the effects on grain yield. *Journal of Maize Sciences*, 19(1): 105-108.

Choukan, R. 2012. Maize and maize properties. *Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) press*, Tehran, Iran. 427 pp (In Persian).

Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siahsar, B.A., and Ramroudi, M. 2010. Effect of planting ratio and harvest time on forage quality of maize in maize-cowpea intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Science,* 41(3): 633-642 (In Persian with English Summary).

Darby, H.M., and Lauer, J.G. 2002. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. *Agronomy Journal*, 94(3): 559-566.

Ehteshami, S.M.R., Ebrahimi, P., and Zand, B. 2013. Investigation of quantitative and qualitative characteristics of silage corn genotypes in Varamin region. *Journal of Crop Production*, 5 (4): 19-38 (In Persian with English Summary).

Estakhr, A., and Choukan, R. 2006. Assessment of yield, yield components and correlations between them in exterior and internal corn hybrids. *Journal*

Agricultural Sciences, 37(1): 85-91 (In Persian with English Summary).

Gaile, Z. 2012. Maize (*Zea mays* L.) response to sowing timing under agro-climatic conditions of Latvia. *Zemdirbyste-Agriculture*, 99(1): 31-40.

Hashempour Baltourk, F., Majidian, M., Esfahani, M., and Rabiei, B. 2013. Effect of sowing date on yield and quality of six forage maize cultivars in Rasht region. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 44(4): 657-666 (In Persian with English Summary).

Jahangirlou, M.R., Kambouzia, J., Soufizadeh, S., Zand, E., and Rezayi, M. 2016. Determination of the nutritive value and metabolizable energy in *Zea mays* cultivars. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 3(1): 103-109.

Johnson, L., Harrison, J.H., Hunt, C., Shinners, K., Doggett, C.G., and Sapienza, D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. *Journal of dairy science*, 82(12): 2813-2825.

Khalili Mahaleh, J., Roshdi, M., and Doust, S. 2006. Comparison of the yield and yield components of maize hybrids in second cropping in Khoy region. *Agroecology Journal*, 2 (4): 65 -76 (In Persian with English Summary).

Khandani, A.R. 2017. 101 questions about silage forage corn. Avay fahim press, Tehran, Iran. 120 pp (In Persian).

Majidian, M., and Esfahani, M. 2013. Effect of sowing date on yield and some agronomic traits of six forage maize hybrids under Guilan agro-climatic conditions. Journal of Crop production and processing, 3 (9): 57-70 (In Persian with English Summary).

Maresma, A., Ballesta, A., Santiveri, F., and Lloveras, J. 2019. Sowing date affects maize development and yield in irrigated Mediterranean environments. *Agriculture*, 9(67): 1-10.

Mirhadi, M.J. 2003. Corn. *Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) press*, Tehran, Iran, 228 pp (In Persian).

Salama, H.S.A. 2019. Yield and nutritive value of maize (*Zea mays* L.) forage as affected by plant density, sowing date and age at harvest. *Italian Journal of*

Agronomy, 14(2): 114-122.

Sanghera, G.S., Wani, S.H., Hussain, W., and Singh, N.B. 2011. Engineering cold stress tolerance in crop plants. *Current Genomics*, 12: 30–43.

Santiago López, U., Rosales Nieto, C.A., Santiago López, E., Santiago López, N., Preciado Rangel, P., Palmo Gil, A., and Real, D. 2018. Yield of forage, grain and biomass in eight hybrids of maize with different sowing dates and environmental conditions. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(1): 86-104.

9(67): 1-10.

Investigating the effect of planting date on the quantitative and qualitative forage yield in maize hybrids of different maturity groups in Hamedan region

Mehdi Mottaghi

1. Corresponding author, Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran . (Corresponding author)

Received: March 2022 Accepted: October 2022- DOI: 10.22092/aj.2022.358124.1597

Extended Abstract

Mottaghi, M., Investigating the effect of planting date on the quantitative and qualitative forage yield in maize hybrids of different maturity groups in Hamedan region
Applied Research in Field Crops Vol 35, No. 1, 2022 16-18: 88-112(in Persian)

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) has high yield potential and suitable ensiling properties and is a valuable source of energy and nutrients for cattle (Johnson *et al*., 1999). The optimal planting date for maize varies from area to area due to differences in climate and the length of the growing season (Maresma *et al*., 2019). Hamedan province in the western of Iran, with 49 dairy cattle industrial units, ranks fifth in milk production in Iran (Agricultural statistics, 2019). Hence, the need to silage maize is considerable in the province. Additionally, the issues, such as short growing season and the possibility of chilly spells occurring in autumn in Hamedan region, which will reduce the quantity and quality of the crop, should be considered. The present study was conducted to determine the appropriate date for planting of the hybrids of silage maize of different maturity groups in Hamedan region.

Materials & Methods

A two-year experiment (2017 and 2018) was conducted at Ekbatan station of *Agriculture and Natural Resources Research* and Education Center in Hamedan

Email address of the corresponding author: m.motaghi@areeo.ac.ir

province, Iran. The statistical design of the experiment was a split plot, where planting dates (22 May, 10 June, 1 July and 21 July) were considered as the main plot, and the hybrids with different maturity time (KSC201, KSC260, KSC400, KSC647, BC678, KSC703 and KSC704) were the subplots. Considering the occurrence of severe autumn cold in the mid of November that prevented the timely harvesting of hybrids of KSC703 and KSC704 with long growth period, which had been cultivated on the forth planting date, only the data obtained from the first to third planting dates was subjected to the statistical analysis.

To determine the fresh forage yield, a sample of four square meters was taken from each plot and weighed. The percentage of crude protein in dry forage was measured by Kajeldal method and the dry matter percentage was calculated by dividing the dry forage yield by the fresh forage yield.

Results & Discussion

The highest amounts of fresh and dry forage yields (60008 and 18595 $kg.ha^{-1}$, respectively) were obtained at the first planting date. It seems that the high forage yields on the first planting date occurred due to the suitable temperature conditions that allowed the plant to complete its growth period and to increase the accumulation of photosynthetic materials. Hybrids of KSC703 and KSC704 gave the highest values of fresh (71322 and 68443 $kg.ha^{-1}$, respectively) and dry forage yields (21095 and 20029 $kg.ha^{-1}$, respectively). The superiority of late and medium maturing hybrids over early maturing hybrids in terms of fresh and dry yields could be explained by their longer growth period. The early maturing hybrids of KSC201, KSC260 and KSC400 had the shortest growth period (78.06, 87.50 and 95.63 days), the lowest fresh yield (37469, 40499 and 45732 $kg.ha^{-1}$, respectively) and dry yield (11620, 12622 and 14720 $kg.ha^{-1}$, respectively). Due to the frequent occurrence of severe autumn cold in the mid of November in Hamedan region, the cultivation of late maturing hybrids in the second decade of July runs a high risk. Also, it is not recommended to postpone the planting of late maturing hybrids to early summer season, due to excessive delay in land preparation for the cultivation of autumn crops. On the fourth planting date (July 21), although the medium maturing hybrids of KSC647 and BC678 showed the highest amounts of fresh (54002 and 56980 $kg.ha^{-1}$, respectively) and dry yield (12562

and 12965 kg.ha^{-1}, respectively), the relative longevity of the growth period and the low percentage of dry matter of forage during harvest (less than 23%) increased the possibility of perishability and quality loss of silage fodder, while the early maturing hybrids showed the optimal amount of dry matter of forage during harvest (more than 28%).

Conclusion

Due to the suitable growth period, the possibility of timely harvest, acceptable yield and the optimal amount of forage dry matter of the early maturing hybrids on the last planting date, if planting delayed until the second decade of July in Hamedan region, using early maturing hybrids (especially KSC400, due to its relatively high fresh and dry yields and considerable forage quality) is recommended.

Keywords: Crude protein, dry matter percentage, fresh and dry forage yields, growth period

References

Agricultural statistics. 2019. *Ministry of Agricultural Jihad*. Tehran, Iran, 125 pp (In Persian).

Johnson, L., Harrison, J.H., Hunt, C., Shinners, K., Doggett, C.G., and Sapienza, D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: A contemporary review. *Journal of dairy science*, 82(12): 2813-2825.

Maresma, A., Ballesta, A., Santiveri, F., and Lloveras, J. 2019. Sowing date affects maize development and yield in irrigated Mediterranean environments. *Agriculture*, 9(67): 1-10.