مجله ترویجی علوفه و خوراک دام

ارزیابی پتانسیل تولید محصولات علوفه‌ای یکساله در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی اراضی دیم گرمسیری

مهناز رحمتی[1*]، علی احمدی[1]، طهماسب حسین‌پور[1]، علی میناپور[2]، کیانوش حمیدیان[3]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران.

۲- مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان کوهدشت، خرم‌آباد، ایران.

۳- سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان، خرم‌آباد، ایران.

*. نویسنده مسئول: avinmahnaz @gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۲

رحمتی، م.، احمدی، ع.، حسین‌پور، ط.، میناپور، ع. و حمیدیان، ک. ۱۴۰۱. ارزیابی پتانسیل تولید محصولات علوفه‌ای یکساله در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی اراضی دیم گرمسیری. مجله ترویجی علوفه و خوراک دام. ۳(۲): ۱۲۰-۱۰۵.

چکیده

این مطالعه، به‌منظور ارزیابی پتانسیل تولید محصولات علوفه‌ای یکساله در شرایط بهره‌برداران و در قالب پروژه ارتقاء امنیت غذایی در پایگاه نوآوری شهرستان کوهدشت استان لرستان، به‌مدت چهار سال زراعی (۱۴۰۰- ۱۳۹۶) انجام شد. محصولات علوفه‌ای شامل: کشت خالص ارقام ماشک (طلوع، مراغه، گلشن و گل‌سفید)، گاودانه (رقم محلی)، ارقام نخود علوفه‌ای (مراز و پایونیر)، منداب و کشت مخلوط شامل: ماشک رقم طلوع + جو، نخود علوفه‌ای مراز + جو، نخود علوفه‌ای پایونیر + جو، ماشک طلوع + تریتیکاله، منداب + ماشک طلوع، نخود علوفه‌ای پایونیر+ تریتیکاله، در سه سیستم خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی کاهش‌یافته و بی‌خاک‌ورزی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که تفاوت در میزان و توزیع بارندگی قبل و هنگام گلدهی به‌عنوان یکی از عامل‌های تاثیرگذار بر تغییرات عملکرد علوفه است. بسته به شرایط آب و هوایی سال‌های اجرای آزمایش، واکنش محصولات مورد ارزیابی به سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر تولید علوفه متفاوت بود؛ ولی در شرایط تنش خشکی، مناسب‌ترین سیستم خاک‌ورزی از نظر تولید علوفه، سیستم بی‌خاک‌ورزی به‌ویژه برای کشت مخلوط محصولات علوفه‌ای بود. در شرایط تنش خشکی، کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای یکساله با غلات شامل: ماشک رقم طلوع + جو، نخود علوفه‌ای مراز + جو، نخود علوفه‌ای پایونیر + تریتیکاله، ماشک + تریتیکاله و همچنین مخلوط ماشک + منداب به‌ترتیب با میانگین عملکرد علوفه خشک ۷۰۷۵، ٦١٧٥، ۵۳۵۰، ۵٤٢۵ و ٤٣۵٠ کیلوگرم‌درهکتار در شرایط کشاورزی حفاظتی در مناطق گرمسیری برای دستیابی به تولید علوفه بیشتر (به‌خصوص در سال‌های خشک)، توصیه می‌شود. کشت خالص لگوم‌های علوفه‌ای یکساله، ماشک رقم طلوع و گاودانه با تولید علوفه بالا و زودرس بودن، نسبت به کشت خالص سایر محصولات مورد ارزیابی، برتری نسبی داشتند. با توجه به دیررس بودن نخود علوفه‌ای پایونیر، عملکرد علوفه خشک در کشت خالص آن در شرایط تنش خشکی آخر فصل به‌میزان ۹۹۷ کیلوگرم‌درهکتار کاهش یافت؛ در عین حال، نتایج به‌دست آمده بیانگر برتری کشت نخود علوفه‌ای پایونیر به‌صورت مخلوط با تریتیکاله در شرایط تنش خشکی از نظر عملکرد علوفه خشک (به‌میزان ۵۳۵۰ کیلوگرم‌درهکتار) و هم‌زمانی رسیدگی بود.

واژگان کلیدی: بی‌خاک‌ورزی، عملکرد علوفه خشک، ماشک، نخود علوفه‌ای

بیان مسئله

پرورش دام در دیمزارها، به‌علت کمبود علوفه تا حدودی با محدودیت مواجه شده است. کاشت گیاهان علوفه‌ای یکساله در دیمزارها می‌تواند در تولید بخشی از علوفه مورد نیاز، نقش اساسی داشته باشد؛ همچنین، گیاهان علوفه‌ای یکساله می‌توانند به‌عنوان گزینه مناسب در تناوب با غلات دیم، به‌ویژه در مناطق گرمسیر استان لرستان، شامل شهرستان کوهدشت که هر سال کشت گندم یا جو توسط بهره‌برداران انجام می‌شود، قرار گیرند. با توجه به اینکه هر ساله حدود ٪۲۰ زمین‌های کشاورزی استان لرستان تحت آیش می‌باشد، کاشت محصولات علوفه‌ای یکساله می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسب آیش در دیمزارها باشد. حاصلخیزی کم خاک‌ها به‌خصوص در مناطق خشک، یکی از چالش‌های مهم درکشاورزی دیم است. استفاده از کودهای نیتروژنی غیرآلی به‌دلیل عدم اطمینان از بارندگی و قیمت بالای کودهای شیمیایی برای دیمکاران با محدودیت همراه است. با توجه به افزایش قیمت کود نیتروژن و نیاز به کاهش هزینه تولید، لازم است منابع جایگزین نیتروژن شناسایی شود (۲۰). کاشت محصولات علوفه‌ای خانواده لگوم، می‌تواند موجب افزایش نیتروژن خاک و در نهایت افزایش ماده خشک و حتی افزایش عملکرد محصول بعدی باشد(۵). کشت مخلوط لگوم‌ها با غلات، ضمن تولید علوفه با کیفیت بالا، باعث تبدیل دامداری به تجارت سودآور و پایدار در مناطق دیم می‌شود (۸).

ظرفیت پایین ذخیره آب و کاهش مواد آلی در خاک، چالش مهم دیگری در کشاورزی دیم است. یکی از اصلاح کننده‌های اصلی خواص خاک، عملیات خاک‌ورزی می‌باشد. به‌کارگیری طولانی‌مدت سیستم بی‌خاک‌ورزی به افزایش مواد آلی خاک، بهبود ذخیره آب، کاهش فرسایش خاک و رواناب و افزایش بیوماس محصول منجر می‌شود (۲۲). بیوماس بالای محصولات پوششی به‌خصوص لگوم‌ها، عامل مهمی برای موفقیت خاک‌ورزی حفاظتی است؛ زیرا ضمن افزایش مواد آلی خاک، سطح آن را پوشش داده و از این طریق، فرسایش و تهاجم علف هرز کاهش می‌یابد (۱۵). تحقیقات انجام شده در مراکش، افزایش مواد آلی خاک را در شرایط خاک‌ورزی حفاظتی، به‌ویژه با کشت لگوم‌های علوفه‌ای در تناوب، نشان داده است (۹)؛ ازاین‌رو، لگوم‌ها باید به‌عنوان گزینه مناسبی برای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن خاک و رفع کمبود نیتروژن در کشاورزی حفاظتی در نظر گرفته شوند (۱۷).

با توجه به کاهش مواد آلی در اکثر خاک‌های ایران و افزایش هزینه‌های اقتصادی و محیط‌زیستی کاربرد کودهای شیمیایی، همچنین نیاز به تامین علوفه دام کشور، کشت محصولات علوفه‌ای در شرایط کشاورزی حفاظتی به‌منظور افزایش حاصلخیزی خاک، کاهش هزینه تولید و تامین علوفه دام، اهمیت زیادی دارد؛ از سوی دیگر، افزایش تنوع محصولات در دیمزارها یکی از اهداف مهم در راستای پایداری تولید در دیمزارها است. بر همین اساس، این مطالعه در پایگاه نوآوری ارتقاء امنیت غذایی به‌منظور ارزیابی پتانسیل تولید محصولات علوفه‌ای یکساله در شهرستان کوهدشت واقع در استان لرستان، در چهار سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۶ اجرا شد. محصولات مورد ارزیابی در این تحقیق شامل: کشت خالص ارقام ماشک (طلوع، مراغه، گلشن و گل‌سفید)، گاودانه (رقم محلی)، ارقام نخود علوفه‌ای (مراز و پایونیر)، منداب، و کشت مخلوط شامل: ماشک رقم طلوع + جو، نخود علوفه‌ای مراز + جو، نخود علوفه‌ای پایونیر+ جو، ماشک + تریتیکاله، منداب + ماشک،

نخود علوفه‌ای پایونیر+ تریتیکاله بود. این محصولات در سه سیستم خاک‌ورزی کشت شدند. سیستم‌های خاک-ورزی شامل: خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی کاهش‌یافته و بی‌خاک‌ورزی بودند.

در سیستم خاک‌ورزی مرسوم، یک مرحله شخم با گاوآهن برگرداندار و یک مرحله دیسک زده شد. در سیستم بی‌خاک‌ورزی، ٪۳۰ بقایای گندم سال گذشته روی سطح خاک نگهداری شد، هیچگونه عملیات خاک‌ورزی انجام نشد و کاشت توسط دستگاه کاشت مستقیم انجام گرفت. در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته، زمین مورد نظر یک بار دیسک زده شد. در قطعه‌ای از زمین محل آزمایش که سال گذشته زیر کاشت گندم بود، محصولات علوفه‌ای به‌عنوان کاشت دوم در نظر گرفته شد. عمق کاشت ۵-٤ سانتی‌متر و تاریخ کاشت هم‌زمان با کاشت گندم در منطقه بود. کاشت توسط دستگاه کاشت مستقیم کشت گستر تبریز انجام شد. ابعاد هر کرت ۵ ×۳۰ یا ۱۵۰ مترمربع و میزان بذر مصرفی برای کاشت ماشک ۲۰۰ دانه در مترمربع (۱۰۰ کیلوگرم‌درهکتار)، نخود علوفه‌ای ۱۵۰ دانه در مترمربع (۱۰۰ کیلوگرم‌درهکتار) و تریتیکاله ۳۸۰-۳۵۰ دانه در مترمربع (۱۲۰-۱٤۰ کیلوگرم‌درهکتار) در نظر گرفته شد. در کاشت مخلوط محصولات به‌عنوان مثال، با در نظر گرفتن وزن هزاردانه آنها، میزان بذر مصرفی برای ماشک ۱۰۰ کیلوگرم‌درهکتار و برای منداب ۲۰ کیلوگرم‌درهکتار، در کاشت مخلوط ۵۰٪:۵۰٪ دو گیاه ماشک و منداب به‌ترتیب: ۵۰ و ۱۰ کیلوگرم‌درهکتار با هم در نظر گرفته شد و برای سایر کشت‌های مخلوط نیز همین منوال اعمال شد. کاشت مخلوط به‌صورت درهم انجام گرفت.

مقادیر کود مورد نیاز بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و با اعمال ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (از منبع اوره) در هکتار و ۳۰ کیلوگرم پنتا اکسید فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) در هکتار طبق نیاز کودی منطقه انجام شد. برای کنترل علف‌های هرز، از روش‌های کنترل شیمیایی و مکانیکی استفاده شد. علف‌های هرز باریک‌برگ مزرعه با علف‌کش سوپرگالانت و علف‌های هرز پهن برگ به‌صورت دستی، کنترل شدند. آزمایش به‌صورت بدون تکرار و مشاهده‌ای اجرا شد. مراحل فنولوژیک شامل روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی در هر سه سیستم خاک‌ورزی ثبت شد. برای محاسبه عملکرد خشک علوفه، تعداد پنج نمونه دو مترمربعی از هر کرت برداشت شد و عملکرد علوفه هر نمونه اندازه‌گیری و میانگین عملکرد پنج نمونه به‌عنوان عملکرد علوفه خشک محصول مورد نظر، ثبت شد. برای محاسبه خطای استاندارد و رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

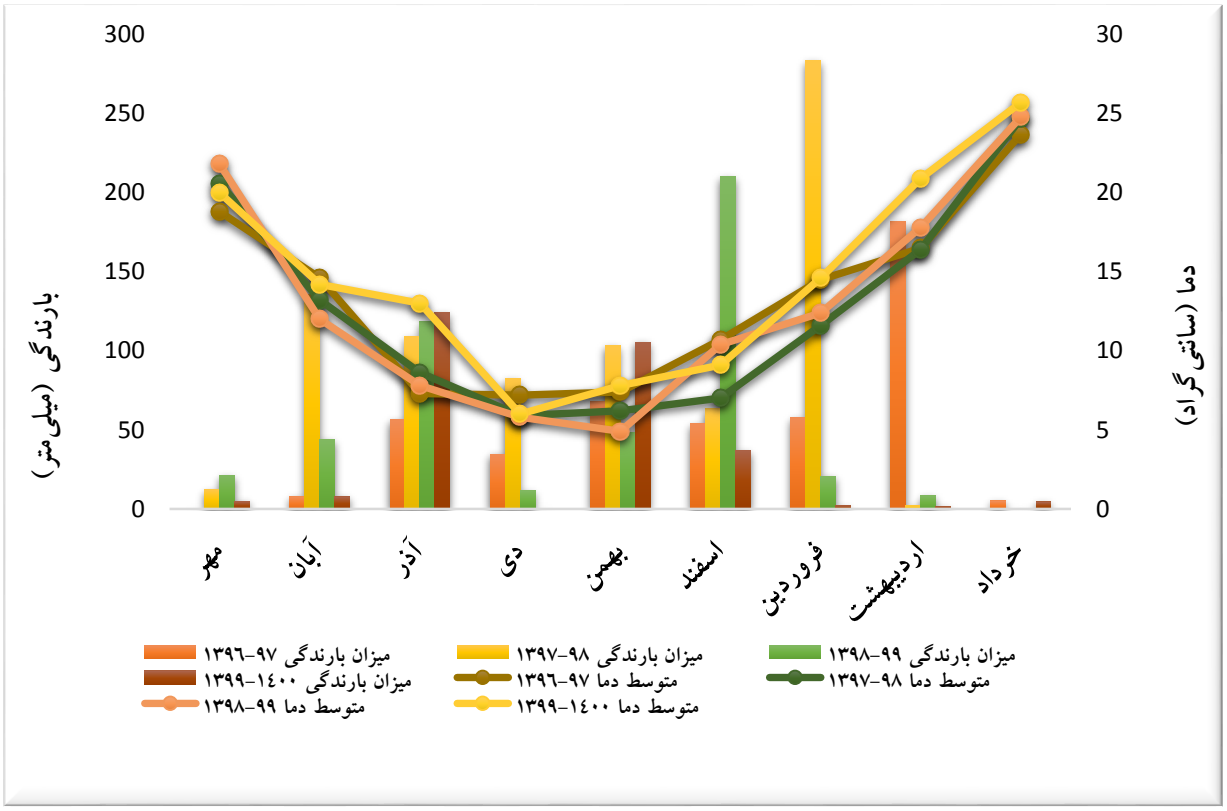
معرفی دستاورد یا راهکار

شرایط آب و هوایی سال‌های اجرای آزمایش

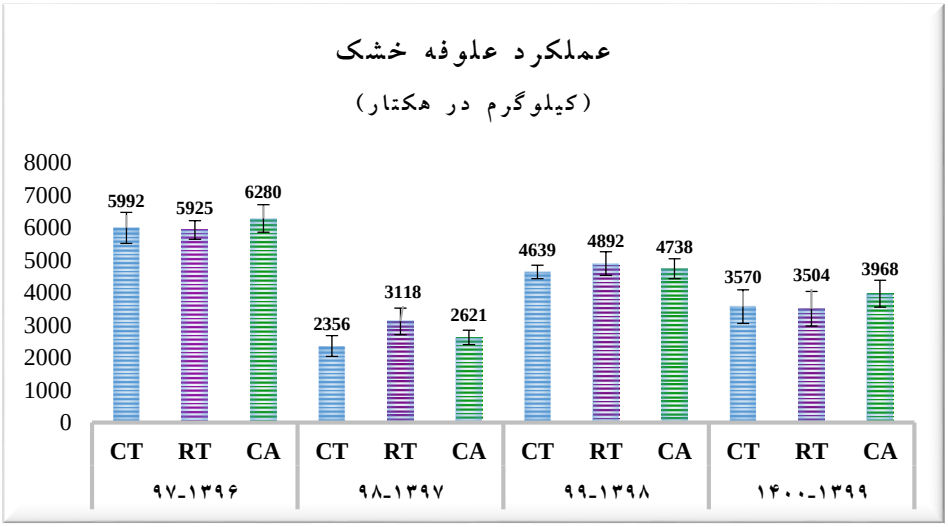
در سال‌های اجرای آزمایش، در میزان بارندگی، تنوع مشاهده شد (شکل ۱)؛ به‌طوری‌که بیشترین بارندگی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ (۷۹۱ میلی‌متر) و کمترین بارندگی در سال زراعی ۱٤۰۰-۱۳۹۹ (۲۸۷ میلی‌متر) بود. تفاوت آمار بارندگی در سال‌های اجرای آزمایش، الگوی متفاوت توزیع بارندگی‌ها را نشان داد؛ به‌طوری‌که سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹٦، پاییز کم باران (۳۹ میلی‌متر) و بهار پربارانی داشت که تقریباً ٪۵۵ از کل بارش‌های سال را شامل شد و افزایش ۲-۱/۵ برابری عملکرد علوفه محصولات را نسبت به سال دوم اجرای آزمایش داشت (شکل ۲). در سال دوم اجرای آزمایش (۱۳۹۷-۱۳۹۸) با وجود ۳۰۹ میلی‌متر بارندگی در نیمه اول فروردین‌ماه، بارندگی بسیار اندک (٦ میلی‌متر) اردیبهشت‌ماه، موجب کاهش عملکرد علوفه در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی شد؛ البته کاهش متوسط دما و نیز شستشوی مواد غذایی خاک به‌علت بارندگی‌های شدید فروردین‌ماه نیز، می‌تواند

از عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد علوفه باشد. لامعی و علیزاده (۳) اختلاف عملکرد علوفه در سال‌های مختلف اجرای آزمایش را به میزان و پراکنش بارندگی؛ همچنین میزان درجه حرارت در مراحل مختلف رویشی نسبت داده‌اند (۳).

در فصل بهار سال‌های زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ (۲۹ میلی‌متر) و به‌ویژه سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ (۸ میلی‌متر) بارندگی اندکی وجود داشت و این امر باعث کاهش عملکرد علوفه محصولات شد (شکل ۲). به‌عبارتی، تفاوت در میزان و توزیع بارندگی در سال‌های اجرای آزمایش می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل تاثیرگذار بر تغییرات عملکرد علوفه باشد. میزان بارندگی قبل و هنگام گلدهی (مجموع بارندگی‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت‌ماه) در سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶، ۱۳۹۸-۱۳۹۷، ۱۳۹۹-۱۳۹۸و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ به‌ترتیب: ۲۹۳، ۳۴۹، ۲۳۹ و ۴۰/۶ میلی‌متر بود. بارندگی در مرحله گلدهی سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ (۲۳۹ میلی‌متر)، به رشد زیاد گیاه و در نهایت افزایش تولید علوفه محصولات مورد ارزیابی کمک نمود. این نتیجه با نتایج اوزپینار و بایتکین (۱۶) مبنی بر اهمیت تاثیر بارندگی قبل یا هنگام گلدهی بر استقرار لگوم‌های یکساله مطابقت داشت. علی‌رغم بارندگی بیشتر در قبل و هنگام گلدهی سال زراعی دوم (۳۴۹ میلی‌متر) نسبت به سال زراعی اول (۲۹۳ میلی‌متر)، عملکرد علوفه محصولات زراعی در سال زراعی دوم نسبت به سال زراعی اول کاهش یافت (شکل ۲). این امر بیانگر توزیع نامناسب بارندگی در بهار سال دوم بود.



شکل ۱- میانگین بارندگی و متوسط دمای ماهانه در سال‌های اجرای آزمایش



شکل ۲- میانگین عملکرد علوفه خشک گیاهان علوفه‌ای مورد ارزیابی در سال‌های اجرای آزمایش
CT: خاک‌ورزی مرسوم، RT: خاک‌ورزی کاهش‌یافته و CA: بی‌خاک‌ورزی

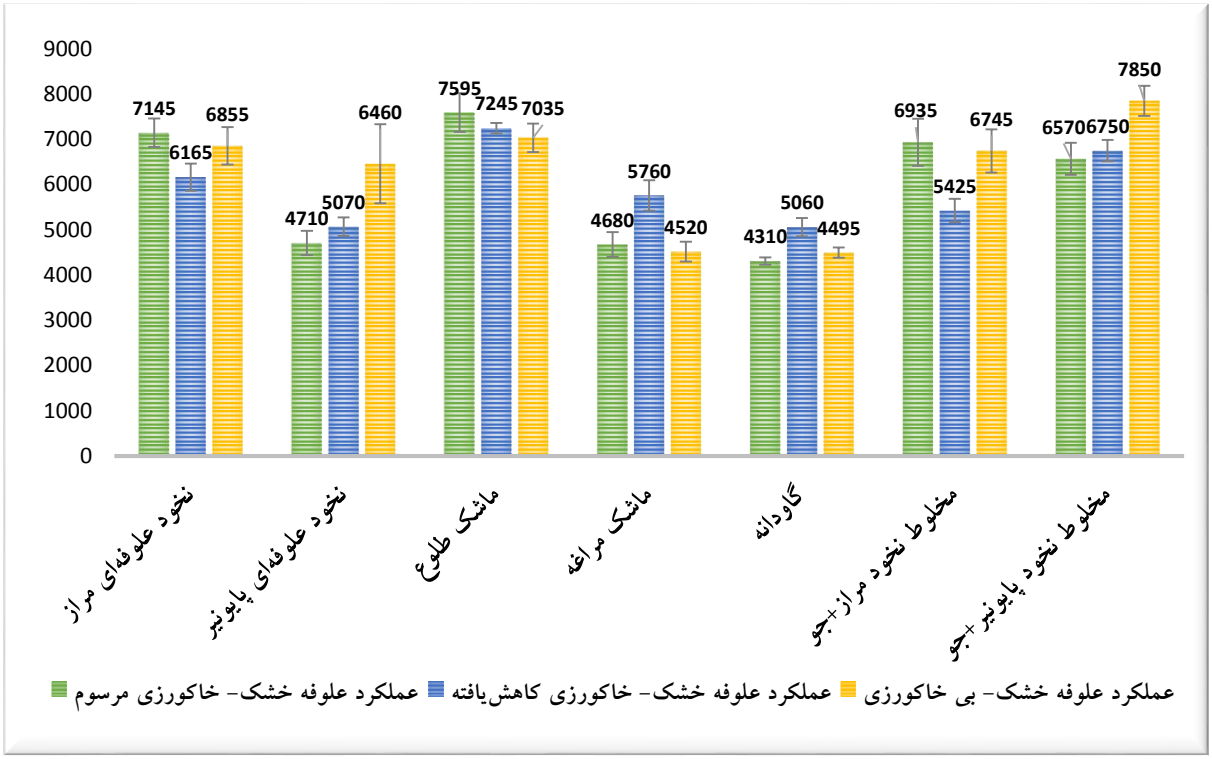
نتایج سال اول اجرای آزمایش (۱۳۹۶-۹۷)

بیشترین عملکرد علوفه خشک محصولات، در سیستم بی‌خاک‌ورزی به‌میزان ٦٢٨٠ کیلوگرم‌درهکتار وجود داشت که میزان آن تقریباً با عملکرد علوفه خشک در سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش‌یافته (٥٩٢٥ کیلوگرم‌درهکتار) و خاک-ورزی مرسوم (٥٩٩٢ کیلوگرم‌درهکتار) تفاوت چندانی نداشت (شکل ٢). عدم اختلاف از نظر عملکرد بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در محصولات پوششی در شرایط بارندگی ١٤٠٠ میلی‌متر در جنوب برزیل گزارش شده است (٦). زمان رسیدگی برای نخود علوفه‌ای مراز با ١٩٥ روز تا رسیدگی، در سه سیستم خاک‌ورزی مشابه بود ولی در سایر محصولات متفاوت بود (شکل ٣)؛ به‌طوری‌که ماشک طلوع در خاک‌ورزی کاهش‌یافته، گاودانه در خاک-ورزی مرسوم و مخلوط نخود علوفه‌ای پایونیر+ جو در سیستم بی‌خاک‌ورزی، از تعداد روز تا رسیدگی کمتری نسبت به دیگر سیستم‌های خاک‌ورزی برخوردار بودند.

بیشترین عملکرد علوفه خشک در مخلوط نخود علوفه‌ای پایونیر+ جو در سیستم بی‌خاک‌ورزی (٧٨٥٠ کیلوگرم‌در-هکتار) سپس در ماشک طلوع و نخود علوفه‌ای مراز در سیستم خاک‌ورزی مرسوم به‌ترتیب: ٧٥٩٥ و ٧١٤٥ کیلوگرم‌درهکتار حاصل شد (شکل ٤). بر اساس میانگین عملکرد علوفه محصولات در سه سیستم خاک‌ورزی، میانگین افزایش عملکرد علوفه خشک ماشک طلوع نسبت به محصولات گاودانه، ماشک مراغه، نخود پایونیر، مخلوط نخود علوفه‌ای مراز+ جو، نخود علوفه‌ای مراز و مخلوط نخود علوفه‌ای پایونیر+ جو به‌ترتیب: ٣٦/٦٪، ٣١/٦٪، ٢٥/٨٪، ١٢/٧٪، ٧/٨٪ و ٣/٢٪ محاسبه شد.

به این ترتیب، ماشک رقم طلوع با عملکرد بالای علوفه و زودرسی می‌تواند به‌عنوان گزینه مناسب در تناوب با غلات به‌ویژه در مناطقی چون کوهدشت که هرساله کاشت گندم و جو توسط زارعان انجام می‌شود، پیشنهاد شود. عملکرد علوفه خشک مخلوط نخود علوفه‌ای پایونیر+ جو در تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به‌ترتیب: ٦٥٧٠، ٦٧٥٠ و ٧٨٥٠ کیلوگرم‌درهکتار در مقایسه با کاشت خالص نخود علوفه‌ای پایونیر در سیستم‌های خاک‌ورزی یاد شده (به‌ترتیب: ٤٧١٠، ٥٠٧٠ و ٦٤٦٠ کیلوگرم‌درهکتار) به‌ترتیب: ٣٩/٥٪، ٣٣٪ و ٢١/٥٪ افزایش عملکرد علوفه نشان داد که بیانگر برتری عملکرد علوفه خشک حاصل از کاشت مخلوط نخود علوفه‌ای پایونیر در مقایسه با کاشت خالص آن بود. مطالعات انجام شده توسط سایر محققان نیز، حاکی از برتری عملکرد علوفه در کشت مخلوط نخود علوفه‌ای و جو در مقایسه با کاشت خالص آن بود (٤ و ١١).

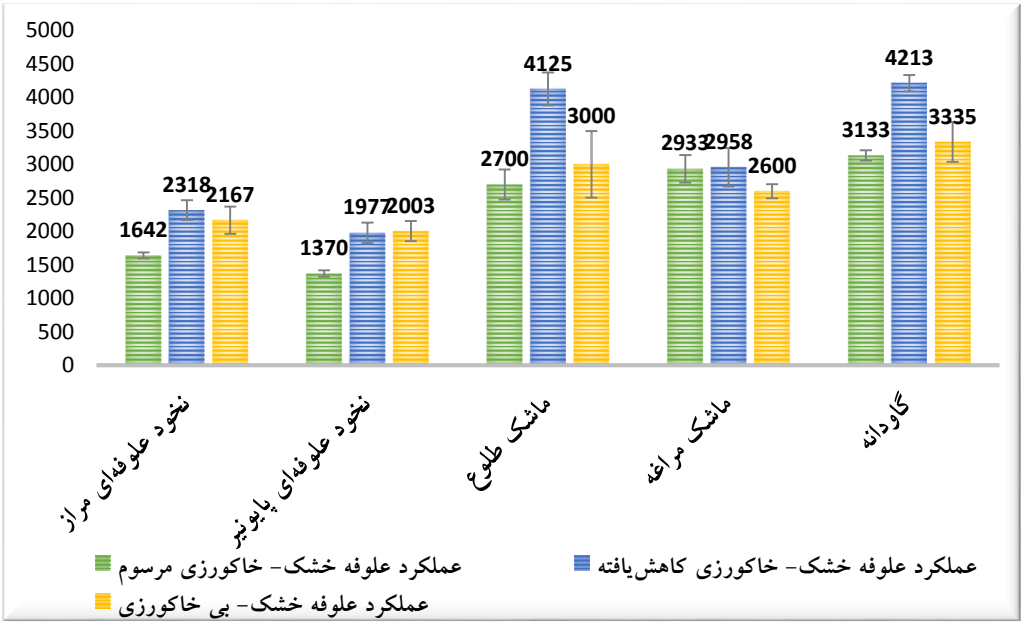
شکل ٣- روز تا رسیدگی گیاهان علوفه‌ای مورد ارزیابی در سال‌های اجرای آزمایش



شکل ٤- میانگین عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم‌درهکتار) گیاهان علوفه‌ای مورد ارزیابی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹٦

نتایج سال دوم اجرای آزمایش (۱۳۹۷-۹۸)

یافته‌های تحقیق نشان داد که کمترین تعداد روز تا رسیدگی در گاودانه و ماشک طلوع در سه سیستم خاک‌ورزی (۱۷۱-۱۷۲ روز تا رسیدگی) و نخود علوفه‌ای مراز در خاک‌ورزی کاهش‌یافته (۱۷۲ روز تا رسیدگی) مشاهده شد. بیشترین تعداد روز تا رسیدگی در نخود علوفه‌ای پایونیر در سه سیستم خاک‌ورزی مشاهده شد (شکل ۳). بر اساس میانگین کل وزن خشک محصولات، بیشترین عملکرد علوفه خشک در سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش‌یافته، بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به‌ترتیب: ۳۱۱۸، ۲٦۲۱ و ۲۳٥٦ کیلوگرم‌درهکتار به‌دست آمد (شکل ۲). بیشترین میزان وزن خشک علوفه در گاودانه و ماشک طلوع در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته به‌ترتیب: ٤۲۱۳ و ٤۱۲٥ کیلوگرم‌درهکتار بود (شکل ٥). میانگین عملکرد علوفه خشک در سه سیستم خاک‌ورزی نیز، نشان از برتری گاودانه و ماشک طلوع نسبت به سایر محصولات داشت؛ به‌طوری‌که محصول گاودانه نسبت به ماشک طلوع، ماشک مراغه، نخود مراز و نخود پایونیر به‌ترتیب: ۸٪، ۲۰/٥٪، ٤۲/٦٪ و ٤۹/۹٪ افزایش عملکرد علوفه خشک را نشان داد، همچنین، افزایش عملکرد علوفه خشک ماشک طلوع نسبت به ماشک مراغه، نخود مراز و نخود پایونیر به‌ترتیب: ۱۳/٦٪، ۳۷/٦٪ و ٤٥/٥٪ به‌دست آمد.

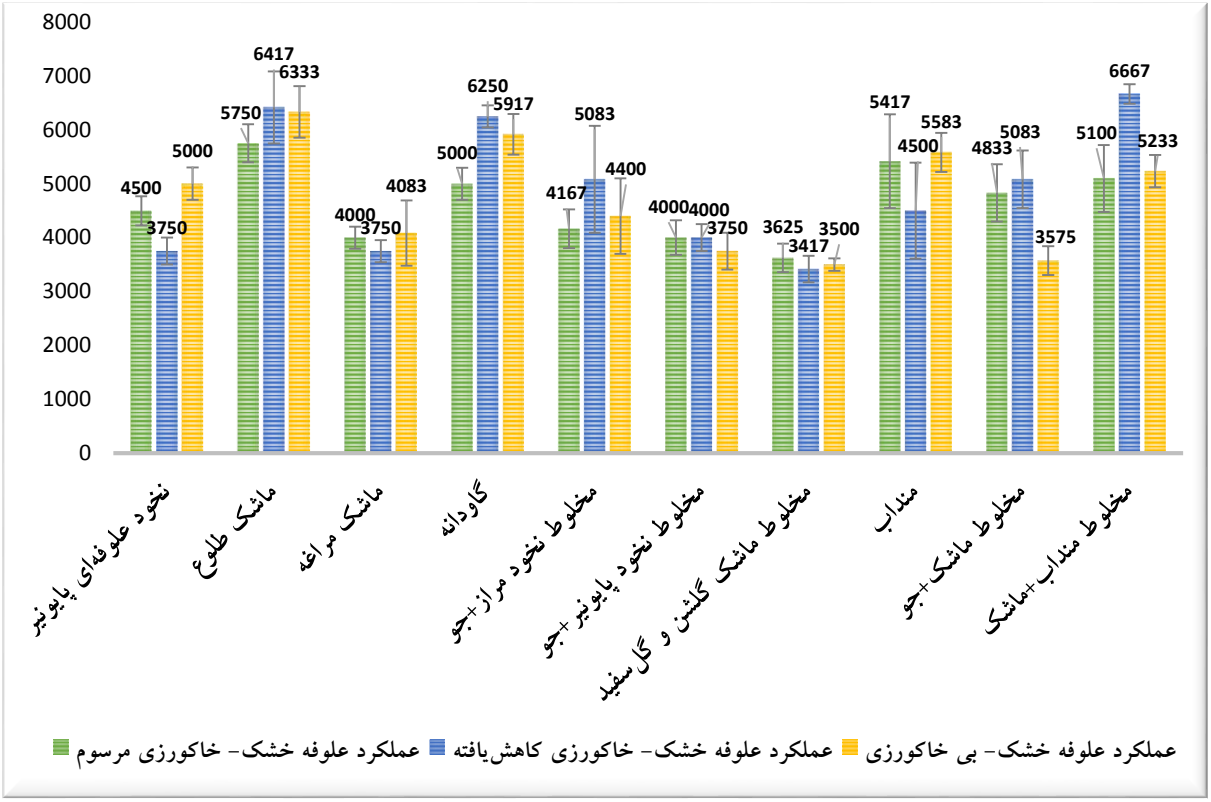


شکل ۵- میانگین عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم‌درهکتار) گیاهان علوفه‌ای مورد ارزیابی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷

نتایج سال سوم اجرای آزمایش (۱۳۹۸-۱۳۹۹)

بر اساس نتایج این تحقیق، بیشترین عملکرد علوفه خشک در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته، ٤٨٩٢ کیلوگرم‌درهکتار بود (شکل ۲)؛ در عین حال، تفاوت بین عملکرد علوفه خشک در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته با بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم، به‌ترتیب: ١٥٤ و ٢٥٣ کیلوگرم‌درهکتار بود که بیانگر عدم تفاوت بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر میزان علوفه بود (شکل ۲). بیشترین عملکرد علوفه خشک در مخلوط ماشک طلوع + منداب، ماشک طلوع و گاودانه در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته و ماشک طلوع در سیستم بی‌خاک‌ورزی، به‌ترتیب: ٦٦٦٧، ٦٤١٧، ٦٢٥٠ و ٦٣٣٣ کیلوگرم‌درهکتار مشاهده شد (شکل ٦). زمان رسیدگی هریک از محصولات در سه سیستم خاک‌ورزی مشابه بود (شکل ۳). بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدگی به‌ترتیب در نخود علوفه‌ای پایونیر (۱۹۵ روز تا رسیدگی) و گاودانه (١٦١ روز تا رسیدگی) مشاهده شد.

بر اساس میانگین عملکرد علوفه خشک محصولات مورد ارزیابی در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی، ماشک طلوع، گاودانه، مخلوط منداب + ماشک طلوع، منداب، مخلوط نخود علوفه‌ای مراز+ جو، ماشک طلوع + جو، نخود علوفه‌ای پایونیر، ماشک مراغه، مخلوط نخود علوفه‌ای پایونیر+جو، مخلوط ماشک گلشن + گل‌سفید به‌ترتیب: ٦١٦٧، ٥٧٢٢، ٥٦٦٧، ٥١٦٧، ٤٥٥٠، ٤٤٩٧، ٤٤١٧، ٣٩٤٤، ٣٩١٧ و ٣٥١٤ کیلوگرم‌درهکتار، بیشترین عملکرد علوفه خشک را داشتند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، ماشک طلوع و گاودانه به‌عنوان زودرس‌ترین محصولات، عملکرد علوفه خشک بالایی نسبت به سایر محصولات مورد ارزیابی داشتند؛ ازسوی‌دیگر نخود پایونیر، دیررس‌ترین محصول بود و عملکرد علوفه خشک پائینی داشت. به نظر می‌رسد زودرس بودن، به‌عنوان عامل مهمی در جلوگیری از خشکی آخر فصل، می‌تواند بر افزایش عملکرد علوفه تاثیرگذار باشد.



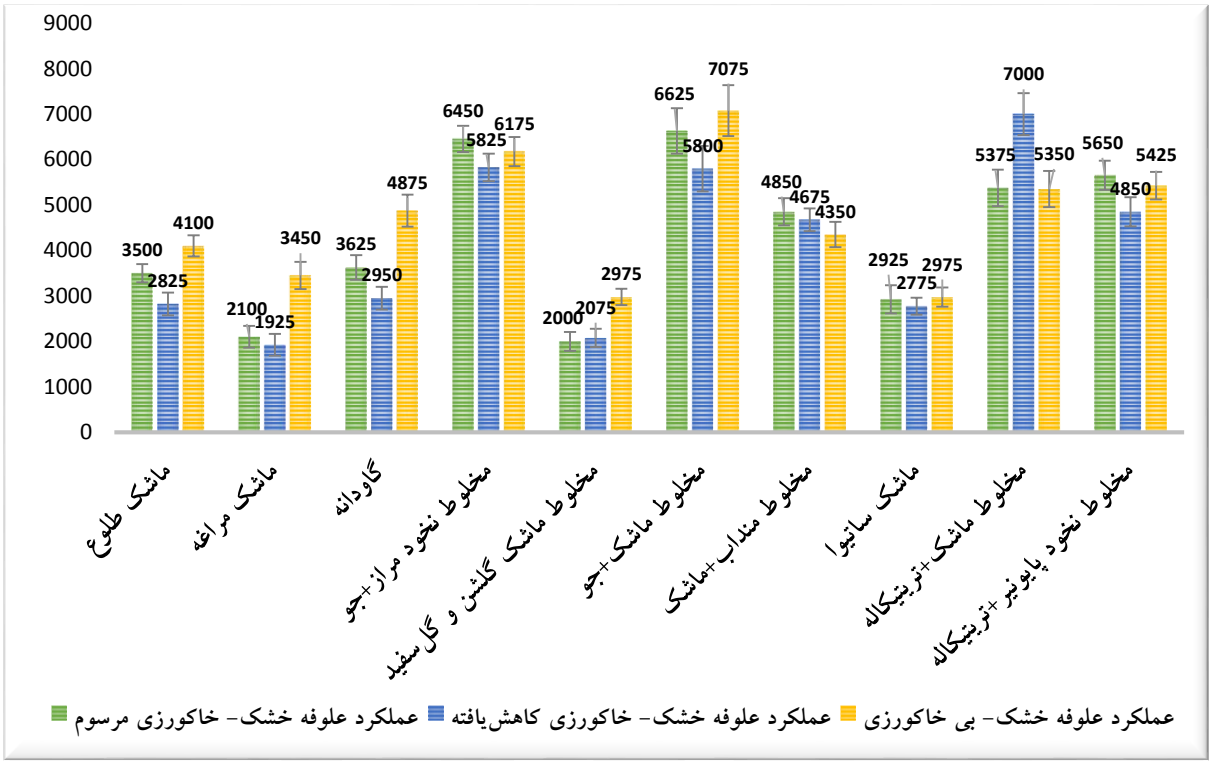
شکل ٦- میانگین عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم‌درهکتار) گیاهان علوفه‌ای مورد ارزیابی در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸

نتایج سال چهارم اجرای آزمایش (۱۳۹۹-۱٤۰۰)

بررسی‌ها نشان داد، تفاوت چندانی از نظر زمان رسیدگی برای هریک از محصولات مورد ارزیابی در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بجز مخلوط منداب + ماشک، وجود ندارد(شکل ۳). مخلوط منداب + ماشک با ۱۵۱ روز تا رسیدگی در خاک‌ورزی کاهش‌یافته، تعداد روز تا رسیدگی کمتری نسبت به دو سیستم خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک-ورزی داشت. بیشترین عملکرد علوفه خشک محصولات در سیستم بی‌خاک‌ورزی، ۳۹٦۸ کیلوگرم‌درهکتار به‌دست آمد(شکل ۲). بیشترین عملکرد علوفه خشک برای مخلوط ماشک طلوع + جو در سیستم بی‌خاک‌ورزی و مخلوط ماشک + تریتیکاله در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته به‌ترتیب: ۷۰۷۵ و ۷۰۰۰ کیلوگرم‌درهکتار محاسبه شد(شکل ۷).

در کشت مخلوط گیاهان رونده مانند ماشک و خانواده غلات (تریتیکاله و جو)، ضمن افزایش عملکرد علوفه خشک، ماشک از این گیاهان به‌عنوان قیم استفاده می‌کند که در این حالت، برداشت مکانیزه آسان می‌شود. نتایج تحقیقی نشان داده که تریتیکاله به‌عنوان مناسب‌ترین گیاه از خانواده غلات در کشت مخلوط با ماشک، بیشترین ماده خشک و بالاترین کیفیت علوفه را تولید می‌کند (۷). ربیعی و فرح‌دهر (۲) نیز افزایش عملکرد علوفه خشک مخلوط ماشک + تریتیکاله را به افزایش تراکم، همچنین الگوهای مکمل استفاده از منابع، بهره‌برداری بهتر از نور و اثرات متقابل تسهیل‌گری بین دو گونه نسبت دادند.

میانگین عملکرد علوفه خشک هریک از محصولات در سه سیستم خاک‌ورزی، نشان داد که مخلوط ماشک + جو، نخود علوفه‌ای مراز+ جو، ماشک + تریتیکاله، نخود علوفه‌ای پایونیر+ تریتیکاله، منداب + ماشک طلوع و نیز گاودانه و ماشک طلوع به‌ترتیب با میانگین عملکرد علوفه خشک ٦٥٠٠، ٦١٥٠، ٥٩٠٨، ٥٣٠٨، ٤٦٢٥، ٣٨١٧ و ٣٤٧٥ کیلوگرم‌درهکتار، بیشترین عملکرد علوفه را داشتند. عملکرد علوفه بالاتر در کشت‌های مخلوط در شرایط تنش خشکی و عدم بارندگی در بهار سال زراعی ١٤٠٠-١٣٩٩، بیان‌گر برتری کاشت مخلوط محصولات علوفه‌ای در مقایسه با کاشت خالص آنها در سال‌های خشک بود؛ به‌طوری‌که کاشت مخلوط ماشک + جو نسبت به کاشت خالص ماشک، افزایش عملکرد علوفه به‌میزان ٤٦/٥٪ را نشان داد. سودمندی کشت مخلوط ماشک + جو نسبت به کشت خالص آن در مطالعات بسیاری گزارش شده است (٤، ١١ و ١٤). در میان ١٠ محصول مورد ارزیابی در سال زراعی ١٤٠٠-١٣٩٩، شش محصول در سیستم بی‌خاک‌ورزی، عملکرد علوفه خشک بالاتری نسبت به دو سیستم خاک‌ورزی دیگر داشتند (شکل ٧). به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی، سیستم بی‌خاک‌ورزی با حفظ بیشتر رطوبت خاک، باعث بهبود عملکرد علوفه می‌شود.



شکل ٧- میانگین عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم‌درهکتار) گیاهان علوفه‌ای مورد ارزیابی در سال زراعی ١٤٠٠-١٣٩٩

جمع‌بندی نتایج چهار ساله اجرای پروژه

در سال اول اجرای آزمایش، نخود علوفه‌ای پایونیر، عملکرد علوفه خشک بالایی داشت؛ در حالی‌که در سال‌های دیگر، عملکرد علوفه این محصول در مقایسه با عملکرد سایر محصولات، کاهش یافت. با توجه به دیررسی محصول پایونیر، کاهش عملکرد آن در سال‌های دیگر آزمایش که با خشکی آخر فصل مواجه شد، منطقی به‌نظر می‌رسد؛ ولی در کشت مخلوط آن با جو و تریتیکاله، عملکرد علوفه خشک افزایش یافت. بر این اساس، کشت نخود علوفه‌ای پایونیر به‌صورت مخلوط با جو و تریتیکاله برای تولید علوفه بیشتر (به‌ویژه مخلوط با تریتیکاله از نظر هم‌زمانی رسیدگی)، توصیه می‌شود. بارندگی بالا در فروردین و به‌خصوص اردیبهشت‌ماه سال اول اجرای آزمایش (۱۳۹۶-۱۳۹۷)، باعث افزایش عملکرد علوفه تقریبا ۱/۵ تا دو برابری در مقایسه با دیگر سال‌های اجرای آزمایش شد که این امر بیان‌گر تاثیر بارندگی بهاری (به‌خصوص اردیبهشت‌ماه) بر افزایش عملکرد علوفه است. به‌نظر می‌رسد، یکی از دلایل عمده اختلاف عملکرد علوفه، کاهش بارندگی در سال‌های سوم و چهارم و توزیع نامناسب بارندگی در بهار سال دوم اجرای آزمایش باشد.

مطالعات سه ساله محصولات علوفه‌ای در مناطق نیمه-گرمسیری دیم گچساران، حداکثر عملکرد محصولات علوفه‌ای را در سال‌های پرباران و توزیع مناسب آن، گزارش نموده است که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت(۱). کاهش عملکرد لگوم‌ها در شرایط کمبود بارندگی به‌دلیل محدودیت در تثبیت نیتروژن گزارش شده است (۲۱). در سال‌های سوم و چهارم اجرای آزمایش، کاهش بارندگی، به‌ویژه در فصل بهار همراه با افزایش متوسط دما باعث شد تا ارقام دیررسی مانند نخود علوفه‌ای پایونیر با تنش گرمایی آخر فصل در کشت خالص مواجه شوند و عملکرد علوفه کاهش یابد. اگرچه در برخی سال‌ها عملکرد علوفه در سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی تفاوت چندانی نداشت ولی در سال چهارم بیشترین عملکرد علوفه اکثر محصولات مورد ارزیابی در سیستم بی‌خاک‌ورزی به‌دست آمد که بیانگر تاثیرگذاری سیستم بی‌خاک‌ورزی در این سال بر عملکرد بوده است. در مطالعات متعددی نیز، برتری سیستم خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم از نظر تولید بیوماس خشک، گزارش شده است (۱۲، ۱۳، ۱۹).

ماشک طلوع در سال اول اجرای آزمایش با بهار پرباران، بیشترین عملکرد علوفه را در خاک‌ورزی مرسوم نشان داد. در سال دوم و سوم اجرای آزمایش در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته و در سال چهارم که سال بسیار خشکی بود، نتایج نشان از برتری آن در سیستم بی‌خاک‌ورزی داشت. این مطلب بیانگر اثر سیستم بی‌خاک‌ورزی بر عملکرد بعد از چند سال اجرای آن در مزرعه و همچنین برتری سیستم بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم در سال‌های خشک است. در مطالعه‌ای، افزایش عملکرد ماشک در سیستم بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم گزارش شده است که این اختلاف عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نبود (۱۰). برخی محققان دیگر نیز، عدم تاثیر معنی‌دار سیستم خاک‌ورزی را بر عملکرد ماشک بیان کردند (۱۸).

ماشک مراغه در سال اول در سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته و در دو سال آخر اجرای پروژه در سیستم بی‌خاک-ورزی، وضعیت مطلوبی از نظر عملکرد علوفه داشت. محصول گاودانه در سه سال اول اجرای پروژه در سیستم خاک‌ورزی کاهش‌یافته و در سال آخر پروژه در سیستم بی‌خاک‌ورزی، بیشترین عملکرد را داشت. این نتایج نشان داد که بسته به شرایط آب و هوایی در سال‌های اجرای آزمایش، واکنش محصولات علوفه‌ای در سیستم‌های

مختلف خاک‌ورزی متفاوت است. در میان ارقام ماشک مورد ارزیابی در سال‌های اجرای آزمایش، رقم طلوع با تولید علوفه بیشتر و زودرس بودن و پس از آن رقم مراغه، برای کاشت در شهرستان کوهدشت و مناطق با اقلیم مشابه، برتری نسبی داشتند. نتایج به‌دست آمده در شرایط تنش خشکی سال چهارم (۱۳۹۹-۱۴۰۰)، بیانگر تولید علوفه بیشتر در سیستم بی‌خاک‌ورزی و به‌خصوص برای کشت مخلوط محصولات علوفه‌ای بود. در این شرایط، کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای یکساله با غلات، شامل: ماشک + جو، نخود علوفه‌ای مراز + جو، نخود علوفه‌ای پایونیر+ تریتیکاله، ماشک + تریتیکاله و همچنین مخلوط ماشک + منداب، به‌ترتیب با میانگین عملکرد علوفه خشک ۷۰۷۵، ۶۱۷۵، ۵۳۵۰، ۵۴۲۵ و ۴۳۵۰ کیلوگرم‌درهکتار، برتری نسبی از نظر تولید علوفه داشتند.

در مجموع، افزایش عملکرد در سیستم بی‌خاک‌ورزی در چهارمین سال اجرای آزمایش، بیانگر تاثیرگذاری این سیستم بر عملکرد، بعد از چند سال اعمال آن و مناسب‌ترین گزینه در راستای افزایش تولید در سال‌های کم‌بارش و تنش خشکی است. در این شرایط، کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای یکساله ماشک، نخود علوفه‌ای ارقام مراز و پایونیر با غلات (جو و تریتیکاله) در سیستم بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهش‌یافته، بیشترین علوفه را تولید کردند.

توصیه ترویجی

- با توجه به افزایش عملکرد علوفه در کشت مخلوط لگوم‌ها و غلات در سیستم بی‌خاک‌ورزی، بخصوص در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ که سال پرتنشی بود، کاشت مخلوط ماشک + جو، نخود علوفه‌ای پایونیر+ تریتیکاله، نخود علوفه‌ای مراز+ جو، ماشک + تریتیکاله و مخلوط منداب + ماشک، با بیشترین عملکرد علوفه در شرایط کشاورزی حفاظتی، به‌عنوان بهترین گزینه کاشت محصولات علوفه‌ای یکساله در شرایط تنش خشکی توصیه می‌شود.

- در صورت تمایل بهره‌برداران به کشت خالص لگوم‌های علوفه‌ای یکساله، ماشک رقم طلوع و گاودانه با عملکرد علوفه بالا و زودرس بودن، به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین گزینه‌ها برای کاشت در سیستم بی‌خاک‌ورزی در اراضی دیم گرمسیر که با خشکی آخر فصل مواجه هستند، توصیه می‌شود.

- کاشت نخود علوفه‌ای پایونیر به‌صورت خالص، با توجه به دیررس بودن و عملکرد علوفه پایین در شرایط تنش خشکی آخر فصل، توصیه نمی‌شود.

- در میان ارقام ماشک مورد ارزیابی، رقم طلوع از نظر تولید علوفه بالا و زودرس بودن و پس از آن رقم مراغه، بهترین انتخاب برای کاشت در شهرستان کوهدشت و مناطق با اقلیم مشابه است.

- کاشت مخلوط لگوم‌ها و غلات با رسیدگی هم‌زمان شامل لگوم‌های زودرسی مانند ماشک ارقام طلوع و مراغه مخلوط با جو؛ و لگوم‌های دیررسی همچون نخود علوفه‌ای پایونیر مخلوط با تریتیکاله، توصیه می‌شود.

تصویر شماره ۱- ماشک رقم مراغه در خاک‌ورزی کاهش‌یافته - شهرستان کوهدشت سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸

تصویر شماره ۲- ماشک طلوع در سیستم بی‌خاک‌ورزی- شهرستان کوهدشت سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶

تصویر شماره ۳- نخود علوفه‌ای پایونیر در سیستم بی‌خاک‌ورزی- شهرستان کوهدشت سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶

فهرست منابع

۱- حیدرپور، ن. ا.، نامداری، ا.، و باغبانی‌آرانی، ا. ۱٤۰۰. واکنش رشد و عملکرد ماشک دیم به تراکم کاشت و سطوح نیتروژن در شرایط کشت حفاظتی و مرسوم. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۵۲ (۱): ۱٦۷-۱۷٦.

۲- ربیعی، م.، و فرحده، ف. ۱۳۹۹. ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای با گرامینه‌ها بعنوان کشت دوم در شالیزارها. تولیدات گیاهی. ٤۳ (۳): ۳۷٤-۳٦۳.

۳- لامعی هروانی، ج.، و علیزاده دیزج، خ. ۱۳۹۱. انتخاب مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط ماشک گل خوشه‌ای با جو و تریتیکاله در شرایط دیم زنجان. مجله علوم کشاورزی دیم ایران. ۱ (۱): ۳۹-۱۷.

٤- نخ‌زری مقدم، ع. ۱۳۹۵. تاثیر نیتروژن و آرایش‌های مختلف کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) بر عملکرد علوفه و شاخص‌های رقابت. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۸ (۱): ۵۸-٤۷.

5- Alvarenga, R. C., Da Costa, L. M., Moura Filho, W., & Regazzi, A. J. (1995). Potential of some green manure cover crops for conservation and recuperation of tropical soils. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brazil)*. 30,175–85.

6- Amado, T. J. C., Fernandez, S. B., & Mielniczuk, J. (1998). Nitrogen availability as affected by ten years of cover crop and tillage systems in southern Brazil. *Journal of soil and water conservation*, *53*(3), 268-271.

7- Anil, L., Park, J., Phipps, R. H., & Miller, F. A. (1998). Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science*, *53*(4), 301-317.

8- Ansar, M., Ahmed, Z. I., Malik, M. A., Nadeem, M., Majeed, A., & Rischkowsky, B. A. (2010). Forage yield and quality potential of winter cereal-vetch mixtures under rainfed conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25-36.

9- Bessam, F., & Mrabet, R. (2003). Long- term changes in soil organic matter under conventional tillage and no- tillage systems in semiarid Morocco. *Soil Use and Management*, *19*(2), 139-143.

10- Gozubuyuk, Z., Sahin, U., Adiguzel, M. C., Ozturk, I., & Celik, A. (2015). The influence of different tillage practices on water content of soil and crop yield in vetch–winter wheat rotation compared to fallow–winter wheat rotation in a high altitude and cool climate. *Agricultural Water Management*, *160*, 84-97.

11- Hauggaard-Nielsen, H., & Jensen, E. S. (2001). Evaluating pea and barley cultivars for complementarity in intercropping at different levels of soil N availability. *Field Crops Research*, *72*(3), 185-196.

12- Jones, M. J., & Singh, M. (2000). Long-term yield patterns in barley-based cropping systems in northern Syria. 2. The role of feed legumes. *The Journal of Agricultural Science*, *135*(3), 237-249.

13- López, M. V., & Arrúe, J. L. (1997). Growth, yield and water use efficiency of winter barley in response to conservation tillage in a semi-arid region of Spain. *Soil and Tillage Research*, *44*(1-2), 35-54.

14- Mohsen Abadi, G. R., Jahansuz, M. R., Chaichi, M. R., Mashhadi, R. R., Liaghat, A., & Firuzabadi, G. S. (2007). Intercropping of barley-vetch at different levels of nitrogen. *Agricultural Sciences and Technology*, *10*, 23-31.

15- Mulvaney, M. J., Price, A. J., & Wood, C. W. (2011). Cover crop residue and organic mulches provide weed control during limited-input no-till collard production. *Journal of Sustainable Agriculture*, *35*(3), 312-328.

16- Ozpinar, S., & Baytekin, H. (2006). Effects of tillage on biomass, roots, N-accumulation of vetch (Vicia sativa L.) on a clay loam soil in semi-arid conditions. *Field crops research*, *96*(2-3), 235-242.

17- Ruhlemann, L., Schmidtke, K., & Bellingrath-Kimura, S. D. (2015). Short-term effects of differentiated tillage on dry matter production and grain yield of autumn and spring sown grain legumes grown monocropped and intercropped with cereal grains in organic farming. *Plant Production Science*, 18(1), 76-92.

18- Sánchez-Girón, V., Serrano, A., Hernanz, J. L., & Navarrete, L. (2004). Economic assessment of three long-term tillage systems for rainfed cereal and legume production in semiarid central Spain. *Soil and Tillage Research*, *78*(1), 35-44.

19- Sidiras, N., Avgoulas, C., Bilalis, D., & Tsougrianis, N. (1999). Effects of tillage and fertilization on biomass, roots, N- accumulation and nodule bacteria of vetch (*Vicia sativa* cv. Alexander). *Journal of Agronomy and Crop Science*, *182*(3), 209-216.

20- Sutradhar, A., Miller, E., Arnall, D., Dunn, B., Girma, K., Raun, W. (2017). Switch grass forage yield and biofuel quality with no-tillage inter-seeded winter legumes in the southern Great Plains. *Journal of Plant Nutrition*. http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2017.1346669
21- Venkatesh, M. S., Singh, N. B., & Basu, P. S. (2008). Foliar application of 2% urea for rainfed Chickpea. *Pulses Newsletter. April-June*.
22- Wolschick, N. H., Bertol, I., Barbosa, F. T., Bagio, B., & Biasiolo, L. A. (2021). Remaining effect of long-term soil tillage on plant biomass yield and water erosion in a Cambisol after transition to no-tillage. *Soil and Tillage Research, 213*, 105149.