

مطالعه عملکرد و کیفیت علوفه در کشت مخلوط سورگوم علوفه ای و خلر در شرایط کم آبیاری

محمد دشتکی^{۱*} و محمدرضا چایی^۲
۱، ۲، کارشناس ارشد و دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۰ - تاریخ تصویب: ۹۱/۱/۳۰)

چکیده

به منظور بررسی کمیت و کیفیت علوفه در کشت مخلوط سورگوم علوفه ای و خلر در شرایط کم آبیاری آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی و پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران با آرایش کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سه سطح آبیاری شاهد (بدون تنش)، تنش ملایم و تنش شدید بترتیب معادل ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت کلاس A، به کرت‌های اصلی و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی سورگوم و خلر در ۸ سطح شامل (۱- کشت خالص سورگوم بدون کنترل علف هرز ۲- کشت خالص سورگوم با کنترل علف هرز ۳- کشت خالص خلر بدون کنترل علف هرز ۴- کشت خالص خلر با کنترل علف هرز ۵- کشت سورگوم + ۴۰ درصد جمعیت خلر در هکتار، ۶- کشت سورگوم + ۶۰ درصد جمعیت خلر در هکتار، ۷- کشت سورگوم + ۸۰ درصد جمعیت خلر در هکتار، ۸- کشت سورگوم + ۱۰۰ درصد جمعیت خلر در هکتار) به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. نتایج نشان داد که با افزایش تنش رطوبتی، عملکرد کل علوفه از یک روند کاهشی پیروی نمود بطوریکه در تنش رطوبتی شدید مقدار عملکرد علوفه کل نسبت به شاهد به میزان حدود ۲۸ درصد کاهش نشان داد. کشت مخلوط افزایشی سورگوم و خلر بطور کلی علوفه بیشتری را در مقایسه با کشت خالص هر یک از دو گیاه اعم از با وجین علف هرز و یا بدون وجین علف هرز تولید نمود. در این میان بالاترین تولید علوفه کل به کشت مخلوط سورگوم با ۴۰ درصد خلر اختصاص داشت. در سطوح آبیاری بدون تنش و تنش متوسط با افزایش مقدار خلر در کشت مخلوط با سورگوم عملکرد علوفه از یک روند کاهشی پیروی نمود در حالیکه در شرایط تنش شدید رطوبتی IR₁₃₀ (آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A) با افزایش نسبت خلر از ۶۰ به ۱۰۰ درصد در کشت مخلوط با سورگوم، عملکرد علوفه از یک روند افزایشی برخوردار بود. بالاترین درصد پروتئین خام بمقدار ۹/۹ درصد در تیمارهای کشت مخلوط سورگوم با ۴۰ و ۶۰ درصد خلر بدست آمد. این در حالی بود که بالاترین درصد قندهای محلول بمقدار ۱۶/۸ درصد در تنش رطوبتی متوسط IR₁₀₀ (آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: سورگوم، خلر، کشت مخلوط، کم آبیاری، علوفه

مقدمه

این مشکل پیدا کردن راهی است که بتوان تا حد ممکن با زمین کمتر، تولید بیشتری به مدت طولانی تر داشت. یک راه ممکن افزایش غذا در یک سطح زیر کشت ثابت،

همزمان با افزایش جمعیت جهان، از مساحت اراضی کشاورزی کاسته می شود. مهمترین راه چاره برای حل

Khalatbari (2006) در بررسی کشت مخلوط سورگوم با ارزن مرواریدی نتیجه گرفت که کشت مخلوط این دو گیاه بهره وری از واحد سطح را افزایش داد.

تحقیقات وی در بررسی صفات کیفی علوفه نشان داد که درصد قابلیت هضم و میزان کربوهیدرات در تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ سورگوم با ۲۵٪ ارزن بالاتر از سایر تیمارها می باشد. ولی درصد پروتئین خام در تیمار تک کشتی سورگوم بیشتر از بقیه تیمارها بود. Forsatian (2006) با بررسی الگوهای کشت مخلوط نواری سورگوم علوفه ای با لوبیا و سویا نتیجه گرفت که نسبتهای کشت مخلوط نواری بطور معنی داری سبب افزایش وزن علوفه سورگوم و عملکرد دانه و اجزای عملکرد لگومها گردید. در مورد صفات کیفی علوفه سورگوم، بیشترین درصد قابلیت هضم، پروتئین خام و خاکستر در کشتهای مخلوط نواری و بالاترین درصد فیبر خام، فیبر محلول در شوینده اسیدی و قندهای محلول در آب در کشت خالص سورگوم مشاهده شد. در آزمایش Chaichi et al. (2005) بر روی کشت مخلوط یونجه و سورگوم، تیمار ۲۵٪ یونجه + ۷۵٪ سورگوم دارای بیشترین عملکرد علوفه در میان تیمارهای کشت مخلوط و تیمارهای کشت خالص آنها بود. Majnounhoseini (2005) در کشت مخلوط سورگوم علوفه ای با لوبیای معمولی، لوبیای چشم بلبلی و سویا، بیشترین مقدار علوفه تر و خشک را در کشت مخلوط دو ردیف سورگوم و یک ردیف لگوم مشاهده کردند. همچنین ایشان بیشترین مقدار قابلیت هضم علوفه، فیبر خام، قندهای محلول در آب و فیبرهای غیر محلول را در کشت مخلوط مشاهده نمودند.

همچنین (Stout et al., 1997) در کشت مخلوط جو و چاودار با شبدر ایرانی و یونجه شاهد افزایش پروتئین خام و قابلیت هضم علوفه بودند. Nakhzari (2009) در بررسی کمیت و کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت و ماش بیان داشتند که با افزایش درصد ماش به ذرت در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی، عملکرد علوفه خشک نسبت به تیمار خالص ذرت افزایش یافت و حداکثر عملکرد در تیمار کشت مخلوط

استفاده از سیستم کشت مخلوط و چند کشتی است (Gliessman, 1998). عملکرد کل کشت مخلوط عموماً بیش از کشت خالص است که علت آن استفاده بهتر از فضا، زمان، نور، آب و مواد غذایی خاک می باشد. در صورتی که کشت مخلوط خوب طراحی شود ممکن است ۳۰ تا ۶۰ درصد عملکرد بیشتری از کشت خالص تولید کند (Aina & Taylor, 1977). یکی از دلایل برتری کشت مخلوط، باقی ماندن حداقل یک گیاه تا مرحله برداشت است، زارعین با کشت چند گیاه خطر ناشی از نابودی محصول را به خاطر شرایط آب و هوایی، آفات و بیماریها به حداقل می رسانند. در واقع علت اصلی کاهش خطر ناشی از نابودی محصول در کشت مخلوط، بهبود ثبات عملکرد در این سیستم کشت است (Aina & Taylor, 1977). این نوع کشت در مناطق گرمسیر جهان بطور گسترده ای متداول است و در حال حاضر استفاده از آن در مناطق معتدل نیز به سرعت در حال گسترش می باشد. هدف از کشت مخلوط یافتن گیاهانی است که کمترین رقابت را با یکدیگر داشته و بطور موثرتری از منابع موجود استفاده نمایند.

(Lauriault & Kirksey, 2004) دریافتند که کشت مخلوط یک لگوم با گراس شاخصهای کیفیت علوفه را بهبود می بخشد. سورگوم از گیاهان اصلی چهار کرپنه است و دارای پتانسیل رشدی زیاد و از تولید بالایی برخوردار می باشد. همچنین این گیاه نسبت به تنش خشکی متحمل است و می توان از آن در مناطق خشک و نیمه خشک بعنوان منبع قابل اطمینان علوفه ای بهره جست (Modirshaneh chi, 2006).

خلر یا سنگنگ (*Lathyrus sp.*) گیاهی است یکساله از خانواده بقولات، پائیزه و بومی آسیای جنوب غربی، که در شرایط نامناسب به خوبی رشد و نمو می نماید. مقدار پروتئین آن با توجه به مرحله رشد در زمان برداشت بین ۱۲ تا ۲۰ درصد متغیر می باشد.

خلر را عموماً با سایر نباتات علوفه ای به صورت در هم می کارند. در کشت مخلوط این گیاه همراه با گیاهانی چون جو و حتی شبلیله، گیاهان مذکور حالت قیم را برای آن داشته به این ترتیب برداشت آنرا ساده تر می نمایند (Karimi, 1996).

می گیرد. (Willey, 1990) در بررسی خود نشان داد که در کشت مخلوط آب قابل دسترس بیشتر از تک کشتی است و علت آنرا اختلاف موقتی در الگوهای ریشه دهی دانست که سبب می شود جذب آب در این سیستم افزایش یافته و بدین ترتیب مقدار آب قابل دسترس گیاه را افزایش داده و منجر به افزایش نسبت تعرق به تبخیر و تعرق می گردد (Hemayati et al. 2002). با توجه به اهمیت این گیاه از نظر تغذیه دام و امکان کشت آن در اراضی کم بازده و کم آب و همچنین نقشی که در حاصلخیزی خاک دارد، انجام تحقیقات بیشتر بر روی خصوصیات اکولوژیکی آنرا الزامی می سازد. هدف از این بررسی تعیین اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه در کشت خالص و مخلوط سورگوم علوفه ای و خلر بود.

مواد و روش ها

این طرح در دو سال زراعی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه آموزشی و پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج، اجرا شد. ابعاد هر کرت فرعی ۲*۵ متر و فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر (۴ خط در هر کرت فرعی) در نظر گرفته شد. سه سطح آبیاری بعد از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، به کرت‌های اصلی و ترکیب های مختلف کشت مخلوط افزایشی سورگوم و خلر در ۸ سطح شامل: ۱- کشت خالص سورگوم بدون کنترل علف هرز (S_w)، ۲- کشت خالص سورگوم با کنترل علف هرز (S_0)، ۳- کشت خالص خلر بدون کنترل علف هرز (L_w)، ۴- کشت خالص خلر با کنترل علف هرز (L_0)، ۵- کشت سورگوم + ۴۰ درصد خلر در هکتار (SL_{40})، ۶- کشت سورگوم + ۶۰ درصد خلر در هکتار (SL_{60})، ۷- کشت سورگوم + ۸۰ درصد خلر در هکتار (SL_{80}) و ۸- کشت سورگوم + ۱۰۰ درصد خلر در هکتار (SL_{100}) به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. تراکم کشت سورگوم رقم پگاه برای تمامی تیمارها یکسان و بمیزان ۱۹۶۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. کشت خلر رقم بومی نقده بصورت نواری در کنار سورگوم روی خطوط کشت و در قالب کشت

افزایشی ۵۰٪ ماش به ذرت با ۱۴/۶۲ تن در هکتار مشاهده شد.

Piroozi (2007) در آزمایش خود کشت مخلوط ذرت ۳۳٪ به‌مراه ۶۷٪ لوبیا را نسبت به سایر تیمارها برتر دانست. ویژگی خاص گونه های گیاهی در کشت مخلوط لگوم-گراس از نظر بهره برداری از عوامل مؤثر در رشد به قدری انطباق دارد که این مخلوط بیشترین فراوانی را در تحقیقات و اجرا به خود اختصاص داده است.

(Ghosh, 2004) مشاهده کرد که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص از آب و منابع بطور مطلوبتری استفاده می کند و عملکرد بیشتری هم تولید می نماید. Javanshir (2000) نیز بیان نمود که کشت مخلوط افزایشی می تواند در راندمان مصرف آب مؤثر باشد. افزودن گیاه زراعی دوم به بعضی از تک کشتی ها، از طریق کاهش تبخیر، راه حلی برای حفظ آب به شمار می رود.

(Jensen et al., 2006) گزارش کردند که بیشترین مقدار عملکرد جو در کشت مخلوط جو با نخود از تیمار جو ۵۰: نخود ۱۰۰ به میزان ۴۰۰ گرم در بوته بدست آمد. (Khistaria et al., 1994) گزارش کردند که کشت مخلوط لگوم: غیر لگوم باعث افزایش محصول غیرلگوم گردید. Deljo & Sepehri (2005) ضمن بررسی اثر الگوی کاشت بر شاخص‌های رشد و عملکرد در کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و لوبیا چشم بلبلی اظهار نمودند که گیاه سورگوم تحت الگوی کاشت یک ردیف سورگوم- دو ردیف لوبیاچشم بلبلی به شدت مغلوب گیاه لوبیا چشم بلبلی شد. Jafari & Poormoradi (2009) کشت مخلوط شبدر قرمز را با " فستوکا بلند" (*Festuca arundinacea* Schreb.) بمدت دو سال مورد آزمایش قرار دادند نتایج بدست آمده نشان داد که برای کشت مخلوط شبدر ۲۰۸۶ و فستوکا ، با متوسط محصول علوفه مخلوط ۴۰۴۷ و ۳۹۸۷ کیلوگرم در هکتار و نسبت برابری زمین ۱/۰۹ و ۱/۱۸ بترتیب در سال اول و دوم نسبت به بقیه اکتیپ ها سودمندی بیشتری برای کشت مخلوط با فستوکا داشت در کشت مخلوط بدلیل تفاوت در فرم و عمق نفوذ ریشه گیاهان همراه، معمولاً آب موجود در خاک بطور موثرتری مورد استفاده قرار

زمین نیز از فرمول زیر استفاده گردید (Mazaheri, 1998):

$$\text{نسبت برابری زمین} = \frac{\text{عملکرد خنجر در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد سورگوم در کشت مخلوط}} + \frac{\text{عملکرد خنجر در کشت خالی}}{\text{عملکرد سورگوم در کشت خالی}}$$

سپس محاسبات آماری مورد نیاز بوسیله نرم افزارهای SAS، MSTAT-C برای تجزیه واریانس و از نرم افزار EXCEL برای رسم نمودارها استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش خاک مزرعه، از مجموع نیتروژن مورد نیاز، مقدار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در قالب کود اوره به صورت سرک (به منظور تحریک رشد اولیه) و باقی مانده به همراه کود فسفره به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم در هکتار (به عنوان کود پایه) به خاک داده شد. شایان ذکر است که با توجه به کشت خنجر در سیستم کشت مخلوط از دادن کود نیتروژن بیشتر اجتناب گردید. شرایط اقلیمی محل اجرای آزمایش در دو سال اجرای پروژه در جدول شماره ۱ آورده شده است.

مخلوط افزایشی با تراکم ۱۰۰ کیلوگرم بذر خالص در هکتار انجام گرفت (Karimi, 1996). هر دو گیاه سورگوم و خنجر در هر دو سال آزمایش در پنجم خرداد ماه کشت شدند و در دوازدهم خرداد جوانه زنی اتفاق افتاد. یادداشت برداری بمنظور اندازه گیری عملکرد علوفه در هر تیمار از مساحت ۱ متر مربع پس از حذف اثرات حاشیه ای انجام گرفت.

برداشت در تاریخ پانزدهم شهریور ماه انجام شد. در سال اول پس از خشک نمودن نمونه ها در آون بمدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد، وزن خشک علوفه اندازه گیری و مقدار ۵۰ گرم از هر نمونه بطور تصادفی انتخاب و پس از پودر کردن جهت اندازه گیری صفات کیفی شامل درصد ماده خشک قابل هضم، پروتئین خام، کربوهیدرات های محلول در آب، فیبر غیر قابل حل در شوینده های اسیدی و خاکستر، به آزمایشگاه منتقل گردید. اندازه گیری صفات کیفی علوفه توسط دستگاه NIR (دستگاه اشعه مادون قرمز) صورت پذیرفت. جهت محاسبه نسبت برابری

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی محل اجرای طرح در سال های ۱۳۸۸-۱۳۸۹

ماه	متوسط درجه حرارت (سانتیگراد)	میزان بارندگی (میلیمتر)	میانگین تبخیر (میلیمتر)	میانگین رطوبت نسبی (%)
فروردین	۱۰/۹	۷/۴۶	۴/۳۲	۵۷
اردیبهشت	۱۷/۲	۲/۴۳	۳/۱۸۴	۵۴
خرداد	۲۳/۲	۱۰/۳	۷/۲۶۴	۳۱
تیر	۲۷/۹	۰	۸/۴۰۴	۳۳
مرداد	۲۶/۶	۰	۳/۳۶۵	۳۵
شهریور	۲۳/۲	۱۰/۱	۴/۲۵۸	۸/۳۹

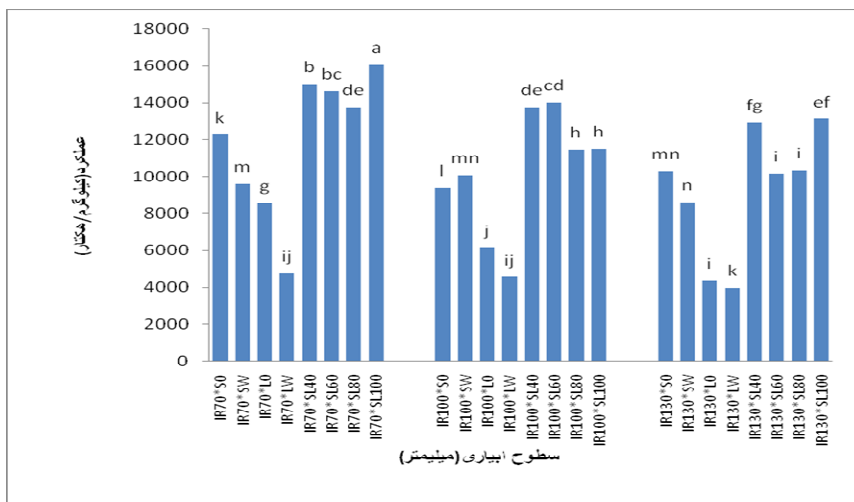
به تیمار سورگوم +۱۰۰٪ خنجر و در سطح آبیاری ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشت A مربوط به تیمار سورگوم + خنجر ۶۰٪ تعلق داشت و کمترین عملکرد علوفه در هر سه سطح آبیاری مربوط به تیمار خنجر با علف هرز و بدون حضور سورگوم بود که مبین اثر مطلوب و موثر کشت مخلوط فوق با حضور دو گیاه سورگوم و خنجر می باشد. بیشترین عملکرد علوفه کل در سال اول در تیمار آبیاری بدون تنش (IR_{70mm}) و تیمار کشت مخلوط افزایشی سورگوم با ۱۰۰ درصد خنجر به مقدار ۱۶ تن در هکتار

نتایج و بحث

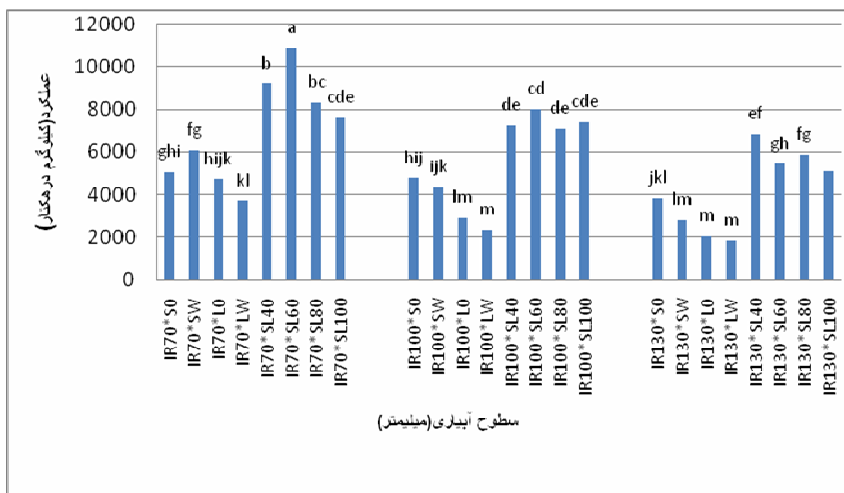
اثر تیمارهای آبیاری و کشت مخلوط خنجر با سورگوم در دو سال اجرای آزمایش بر عملکرد علوفه خنجر، علوفه سورگوم و علوفه کل معنی دار بود ($p < 0.05$). بیشترین عملکرد علوفه کل در حالت کشت مخلوط افزایشی سورگوم با خنجر نسبت به تک کشتی هر یک از گیاهان در هر سه سطح آبیاری اتفاق افتاد (شکل های ۱، ۲ و ۳). بیشترین عملکرد علوفه کل در سال اول در دو سطح آبیاری ۷۰ و ۱۳۰ میلیمتر تبخیر از تشت تبخیر متعلق

خالص خلر بدون وجین علف هرز بمقدار تقریبی ۳/۸ تن در هکتار بدست آمد.

حاصل شد. در همین سال کمترین مقدار عملکرد علوفه در تیمار تنش آبیاری (IR₁₃₀mm) شدید و از کشت



شکل ۱- میانگین عملکرد علوفه کل در کشت مخلوط سورگوم علوفه ای و خلر در شرایط کم آبیاری در سال اول
 IR70mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، IR100mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت
 تبخیر کلاس A، IR130mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، S₀ کشت خالص سورگوم با کنترل علف
 هرز S_w کشت خالص سورگوم بدون کنترل علف هرز، L₀ کشت خالص خلر با کنترل علف هرز، L_w کشت خالص خلر بدون کنترل علف
 هرز، SL₄₀% کشت سورگوم + ۴۰ درصد خلر در هکتار، SL₆₀% کشت سورگوم + ۶۰ درصد خلر در هکتار، SL₈₀% کشت سورگوم + ۸۰
 درصد خلر در هکتار، SL₁₀₀% کشت سورگوم + ۱۰۰ درصد خلر در هکتار



شکل ۲- میانگین عملکرد علوفه کل در کشت مخلوط سورگوم علوفه ای و خلر در شرایط کم آبیاری در سال دوم
 IR70mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، IR100mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت
 تبخیر کلاس A، IR130mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، S₀ کشت خالص سورگوم با کنترل علف
 هرز S_w کشت خالص سورگوم بدون کنترل علف هرز، L₀ کشت خالص خلر با کنترل علف هرز، L_w کشت خالص خلر بدون کنترل علف
 هرز، SL₄₀% کشت سورگوم + ۴۰ درصد خلر در هکتار، SL₆₀% کشت سورگوم + ۶۰ درصد خلر در هکتار، SL₈₀% کشت سورگوم + ۸۰
 درصد خلر در هکتار، SL₁₀₀% کشت سورگوم + ۱۰۰ درصد خلر در هکتار

حد زیادی جلوی فعالیت علف های هرز را گرفته و در عین حال خود به تولید علوفه پرداخته است. این امر در

حضور تراکم بالای خلر در کشت مخلوط با سورگوم (سورگوم + ۱۰۰٪ خلر) ضمن ایجاد رقابت با گیاه فوق در

خالص خلر (با علف هرز) بعلت عدم قدرت رقابت این گیاه با علف های هرز، به شدت کاهش یافت.

نهایت عملکرد کلی علوفه را علی رغم کاهش نسبی علوفه سورگوم نسبت به کشت خالص آن (بدون علف های هرز) موجب گردید. در همین شرایط تیمار کشت

جدول شماره ۲- تجزیه واریانس مرکب دو ساله عملکرد علوفه خلر و سورگوم در کشت مخلوط خلر و سورگوم علوفه ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات علوفه خلر	میانگین مربعات علوفه سورگوم
سال	۱	۱۲۷۱۰۸۹۴ ^{**}	۴۷۰۰۰ ^{**}
تکرار×سال	۴	۴۴۷۲	۲۵۴۲
آبیاری	۲	۲۰۵۲۱۴ ^{**}	۳۸۷۹۳۶ ^{**}
آبیاری×سال	۲	۶۵۴۹ ^{**}	۱۰۱۰۵ ^{**}
خطای ۱	۸	۲۴۰۴	۳۹۲۶
الگوی کشت	۵	۱۲۷۷۲۸ ^{**}	۱۰۰۳۵۱ ^{**}
الگوی کشت×سال	۵	۲۷۲۲۱ ^{**}	۷۸۸۷۶ ^{**}
الگوی کشت×آبیاری	۱۰	۱۲۸۴۵ ^{**}	۱۰۹۷۲ ^{**}
الگوی کشت×آبیاری×سال	۱۰	۱۴۹۰۷ ^{**}	۲۲۱۴۳ ^{**}
خطای ۲	۶۰	۱۹۷۲	۲۲۴۱
کل	۱۰۷		
ضریب تغییرات		%۱۱/۹	%۱۲/۴۰

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

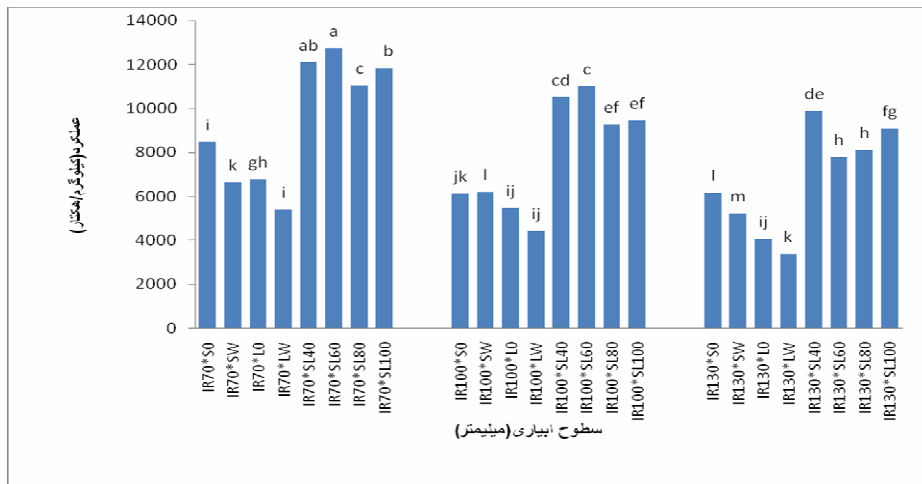
کاهش نشان داد. کشت مخلوط افزایشی سورگوم و خلر بطور کلی علوفه بیشتری را در مقایسه با کشت خالص هر یک از دو گیاه اعم از با وجین علف هرز و یا بدون وجین علف هرز تولید نمود. در این میان بالاترین تولید علوفه کل به کشت مخلوط سورگوم با ۴۰ درصد خلر اختصاص داشت. تغییرات عملکرد علوفه کل از سال اول به سال دوم در تمامی سطوح مختلف آبیاری و سیستمهای مختلف کشت مبین آن است که شرایط رشد گیاهان (سورگوم و خلر) در سال اول آزمایش بهتر از سال دوم بوده است که این پدیده احتمالا به شرایط اقلیمی حاکم در هر یک از دو سال زراعی باز می گردد (جدول شماره ۲).

بدیهی است با توجه به یکسان بودن تاریخ کاشت و همچنین ثابت بودن رژیم های آبیاری در هر دو سال، اختلاف موجود می تواند به سایر شرایط محیطی مانند تغییرات درجه حرارت، رطوبت خاک، بارندگی و رطوبت نسبی هوا بستگی داشته باشد. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و نظامهای کشت مخلوط بیانگر آن است که در سطوح آبیاری بدون تنش و تنش

در سال دوم اجرای طرح بیشترین عملکرد علوفه در تیمار آبیاری بدون تنش (IR₇₀) از کشت مخلوط سورگوم با ۶۰ درصد خلر به مقدار تقریبی ۱۱ تن در هکتار حاصل شد و کمترین مقدار علوفه در تیمار تنش شدید آبیاری (IR₁₃₀) و کشت خلر بدون وجین علف هرز بمقدار کمتر از ۲ تن در هکتار بدست آمد. با انجام تجزیه مرکب داده های حاصل از دو سال آزمایش و با حذف اثر سال بر تیمارهای مورد بررسی مشخص گردید که بیشترین عملکرد علوفه کل به تیمار آبیاری بدون تنش و کشت مخلوط سورگوم با ۶۰ درصد خلر تعلق داشت که تفاوت معنی داری با همین تیمار در ترکیب سورگوم با ۴۰ درصد خلر نداشت. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده های حاصل از دو سال اجرای آزمایش مبین آن است که اثر سال، سطوح آبیاری، الگوی کشت و اثرات متقابل آنها بر عملکرد علوفه کل تولیدی معنی دار شد (جدول ۳).

با افزایش تنش رطوبتی، عملکرد کل علوفه از یک روند کاهشی پیروی نمود. بطوریکه در تنش رطوبتی شدید مقدار عملکرد علوفه به میزان حدود ۲۸ درصد

متوسط، با افزایش مقدار خلر در کشت مخلوط با سورگوم، عملکرد علوفه کل از یک روند خاص پیروی نموده است (شکل ۱).



شکل ۳- میانگین عملکرد علوفه کل در کشت مخلوط خلر و سورگوم در شرایط کم آبیاری در دو سال IR70mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، IR130mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، IR100mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، S0 کشت خالص سورگوم با کنترل علف هرز SW کشت خالص سورگوم بدون کنترل علف هرز، L0 کشت خالص خلر با کنترل علف هرز، LW کشت خالص خلر بدون کنترل علف هرز SL40% کشت سورگوم + ۴۰ درصد خلر در هکتار، SL60% کشت سورگوم + ۶۰ درصد خلر در هکتار، SL80% کشت سورگوم + ۸۰ درصد خلر در هکتار، SL100% کشت سورگوم + ۱۰۰ درصد خلر در هکتار

و رقابت کمتری در جذب آب، مواد غذایی و نور با یکدیگر داشته باشند. قابلیت رقابت هر گیاه در کشت مخلوط ثابت نیست بلکه تابعی از تغییرات تراکم می باشد (Mazaheri, 1998). در کشت مخلوط عموماً از کشت توام غلات و لگومها استفاده می شود. لگومها با دوره رشد کوتاه، برای مدت کوتاهی رقابت می کنند لذا کاهش عملکرد در کشت مخلوط به حداقل می رسد. لگومهای قابل کشت در کشت مخلوط باید توانایی تحمل سایه و تولید عملکرد بالای ماده خشک، بذر و توانایی توسعه سریع پوشش گیاهی را داشته باشند (Nnadi & Haque, 2008). نتایج این آزمایش نشان می دهند که کشت مخلوط بنا به دلائلی مانند پوشش بهتر سطح خاک و جلوگیری از تبخیر، سطوح کم آبیاری را بهتر تحمل می کنند و می توان با انتخاب دوره های آبیاری کمی طولانی تر در مناطق خشک و نیمه خشک علاوه بر داشتن عملکرد مطلوب در مصرف آب نیز صرفه جویی نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که راندمان مصرف آب

به نظر می رسد که در این فرایند گیاه سورگوم در مواجه با سطوح تنش متوسط و تنش شدید کم آبیاری واکنش مقاومتی بهتری را نسبت به خلر نشان داده است. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده، کشت مخلوط افزایشی سورگوم و ۴۰ درصد خلر نه تنها اثر برهمکنش افزایشی بهتری را نسبت به سایر تیمارهای کشت مخلوط به لحاظ تولید علوفه به نمایش گذاشته است، بلکه این ترکیب کشت در سطوح مختلف آبیاری نیز از ثبات عملکردی بهتری برخوردار می باشد (شکل ۱). شاید بتوان حصول این نتیجه را به وجود یک رقابت متعادل بین خلر و سورگوم در این ترکیب کشت از یک سوی و کارآمدی سورگوم در جذب رطوبت و یا تحمل بهتر تنش کم آبیاری در حضور خلر از سوی دیگر، نسبت داد.

یکی از دلایل برتری عملکرد علوفه کل در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص سورگوم می تواند آن باشد که در زراعت مخلوط، گیاهان مخلوط شونده قادرند از منابع محیطی خود بهتر و بیشتر استفاده نموده

در کشت مخلوط بمزراتب بیش از کشت خالص در سورگوم بوده است.

جدول شماره ۳: تجزیه واریانس مرکب دو ساله عملکرد علوفه کل در کشت مخلوط خلر و سورگوم علوفه ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات علوفه کل
سال	۱	۸۴۰۹۰۳۳**
تکرار × سال	۴	۲۴۶۶
آبیاری (IR)	۲	۸۶۰۷۴۳**
آبیاری × سال	۲	۵۰۵۴**
خطای ۱	۸	۵۴۲۹
الگوی کشت (t)	۷	۱۱۶۸۰۱۵**
الگوی کشت × سال	۷	۳۱۲۱۷۴**
الگوی کشت × آبیاری	۱۴	۲۴۵۱۷**
اثر متقابل الگوی کشت × آبیاری × سال	۱۴	۲۷۲۹۳**
خطای ۲	۸۴	۳۵۲۷
کل	۱۴۳	

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

علوفه در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی افزایش می یابد. تلفیق گیاهان مختلف در کشت مخلوط موجب می شود که ترکیب عناصر غذایی و متابولیت های موجود در این گیاهان اثر تکمیلی بر روی یکدیگر داشته و منبع غذایی کاملتری را نسبت به تک کشتی برای تغذیه دام فراهم نماید. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری تنها برای صفت درصد کربوهیدراتهای محلول در آب و اثر سطوح مختلف الگوی کشت مخلوط برای صفت پروتئین خام در سطح ۵ درصد معنی دار شد. سورگوم دارای ماده خشک قابل هضم بسیار بالایی است. در این تحقیق سطوح مختلف آبیاری و همچنین الگوهای کشت مخلوط (افزایش میزان درصد خلر در الگوی کشت مخلوط افزایشی با سورگوم) نتوانست بر میزان ماده خشک قابل هضم تاثیر قابل ملاحظه ای بگذارد (جدول ۴). این در حالی است که در بررسی (Lithourgidis et al., 2006) غلات نسبت به لگومها ماده غذایی قابل هضم بیشتری داشتند ولی با افزایش نسبت لگوم در ترکیب علوفه، درصد ماده خشک قابل هضم کاهش یافت. Khalatbari (2006) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمود. محتوی پروتئین خام علوفه یکی از

زیرا در شرایط برابر در هر یک از سطوح آبیاری مقدار عملکرد کل علوفه تولیدی در کشت مخلوط سورگوم با خلر بیش از کشت خالص سورگوم حتی در تیمار کشت خالص بدون علف هرز بوده است. براساس دستاوردهای این تحقیق افزایش ۴۰ درصد جمعیت خلر به کشت سورگوم علوفه ای در تمامی سطوح آبیاری (اعم از شرایط بدون تنش، تنش متوسط و تنش شدید رطوبتی)، عملکرد علوفه را نسبت به کشت خالص سورگوم و سایر تیمارهای کشت مخلوط افزایش داد. شایان ذکر است که مقدار نسبت برابری زمین در تیمار مذکور برابر با ۱/۳۲ بود که نسبت به سایر تیمارهای کشت مخلوط برتری معنی داری را نشان داد. برتری کشت مخلوط به لحاظ نسبت برابری زمین نسبت به کشت خالص توسط سایر محققین نیز تایید شده است. در کشت مخلوط سورگوم / سویا نیز مقدار LER برای علوفه تر ۱/۴۲ محاسبه شد (Homayouni, 2004). بر بنابرین بنظر می رسد که اعمال این تیمار کشت در تمامی شرایط رطوبتی می تواند بطور معنی داری کارائی استفاده از زمین (نسبت برابری زمین) و منابع آب را بهبود بخشد. Mazaheri (1998) گزارش داد که کیفیت

بر این صفت، بیشترین درصد آن متعلق به تیمار سورگوم بدون وجین علف هرز بود. در بررسی Khalatbari (2006) کشت مخلوط افزایشی سورگوم و ارزن مرواریدی، درصد کربوهیدراتهای محلول در آب علوفه را کاهش داد. در بررسی وی حداکثر درصد این صفت مربوط به کشت خالص سورگوم بود که با نتایج این تحقیق تا حدی هماهنگ می باشد. (Rahmani, 2004) در مطالعه کشت مخلوط سورگوم و شبدر برسیم، کشت خالص شبدر را واجد بیشترین مقدار کربوهیدرات محلول معرفی کرده است. Daryaei et al, (2009) در بررسی کشت مخلوط نخود سیاه و جو نیز از نظر میزان کربوهیدراتهای محلول بین تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نکرد.

مهمترین معیارها برای ارزیابی کیفیت علوفه است (Assefa & Ledin, 2001). (Nnadi & Haque, 2008) معتقدند که غلات دارای پروتئین کم هستند و ترکیب آنها با لگومها باعث افزایش درصد پروتئین علوفه می گردد. در این آزمایش بیشترین درصد پروتئین خام در کشتهای مخلوط و با افزایش جمعیت خلر به ترکیب کشت مشاهده شد. این مسئله بیانگر تاثیر زیاد نیتروژن در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی بر درصد پروتئین علوفه و همچنین عملکرد علوفه سورگوم به عملکرد کل در این تیمارها می باشد. اثر سطوح آبیاری بر درصد کربوهیدراتهای محلول در آب در سطح ۵ درصد معنی دار شد و حداکثر آن در تیمارهای آبیاری ۷۰ و ۱۰۰ میلیمتر از سطح تشت تبخیر مشاهده گردید (جدول شماره ۲). علی رغم معنی دار نشدن اثر الگوهای کشت

جدول شماره ۴- تجزیه واریانس صفات کیفی علوفه سورگوم در کشت مخلوط افزایشی سورگوم با خلر در سال اول (۱۳۸۸)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ماده خشک قابل هضم	پروتئین خام	کربوهیدراتهای محلول در آب	فیبر غیر قابل درشوبنده های اسیدی	حل خاکستر
تکرار	۲	۲۹/۴	۸/۸	۴۱/۹	۴۲/۸	۱/۲۷
سطوح آبیاری	۲	۳۶/۸ ^{ns}	۹/۱ ^{ns}	۵۰/۷ ^o	۵۳/۶ ^{ns}	۱/۴۲ ^{ns}
خطای ۱	۴	۹/۴	۲/۵	۵/۵	۱۵/۴	۰/۸۵
الگوی کشت	۵	۷/۲ ^{ns}	۶/۵ ^o	۳/۳ ^{ns}	۱۸/۸ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}
سطوح آبیاری X الگوی کشت	۱۰	۵/۵ ^{ns}	۱/۶ ^{ns}	۳/۱ ^{ns}	۶/۰۴ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}
خطای ۲	۳۰	۷/۱	۲/۶	۷/۷	۹/۳	۰/۳۲
کل	۵۲					
CV		۴/۲۸	۱۷/۶۹	۱۷/۶۶	۱۱/۸۲	۹/۳۸

ns، و * به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن

ماش به ذرت در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی، میزان خاکستر علوفه را بسته به مقدار افزایش ماش، کمی افزایش داد که حاکی از پایین بودن وزن ماده خشک ماش و در نتیجه تاثیر بسیار کم آن بر این صفت می باشد.

بر اساس دستاورد های حاصل از بررسی صفات کمی و کیفی در این آزمایش می توان نتیجه گرفت که

هیچ یک از تیمارها اثر معنی داری بر درصد فیبرهای غیر قابل حل در شوینده های اسیدی (ADF) نداشت. اثر هیچ یک از تیمارها بر صفت درصد خاکستر معنی دار نشد. علی رغم نتایج فوق، در بررسی Khalatbari (2006) در کشت مخلوط افزایشی سورگوم و ارزن مرواریدی، درصد خاکستر علوفه کاهش یافت. Nakhzari (2009) در تحقیق خود دریافتند که افزودن

با افزایش حداقل ۴۰ تا ۶۰ درصد خلر به کشت مخلوط با سورگوم، صفات عملکرد علوفه کل (کشت مخلوط) و درصد پروتئین خام سورگوم افزایش می یابد.

جدول ۵- اثر تیمار آبیاری و کشت مخلوط بر خصوصیات کیفی علوفه سورگوم (درصد)

تیمار	پروتئین خام	کربوهیدراتهای محلول در آب
سطوح کم آبیاری		
IR ₇₀	۹/۳ ^a	^a ۱۶/۵
IR ₁₀₀	^a ۸/۵	^a ۱۶/۸
IR ₁₃₀	۹/۹ ^a	^b ۱۳/۸
سطوح الگوی کشت		
S ₀	^{ab} ۸/۵	۱۵/۷
S _w	^b ۸	۱۶/۵
SL ₄₀	^a ۹/۹	۱۵/۷
SL ₆₀	^a ۹/۹	۱۴/۶
SL ₈₀	^{ab} ۸/۹	۱۵/۹
SL ₁₀₀	^a ۹/۹	۱۵/۸

IR₇₀mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، IR₁₀₀mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، IR₁₃₀mm آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشت تبخیر کلاس A، S₀ کشت خالص سورگوم با کنترل علف هرز S_w کشت خالص سورگوم بدون کنترل علف هرز، L₀ کشت خالص خلر با کنترل علف هرز، L_w کشت خالص خلر بدون کنترل علف هرز SL₄₀% کشت سورگوم + ۴۰ درصد خلر در هکتار، SL₆₀% کشت سورگوم + ۶۰ درصد خلر در هکتار، SL₈₀% کشت سورگوم + ۸۰ درصد خلر در هکتار، SL₁₀₀% کشت سورگوم + ۱۰۰ درصد خلر در هکتار

Nnadi & Haque, (2008)، افزایش قابلیت تولید علوفه (Thompson et al, 1992) و (2008)، بهبود کیفیت آن جذب بهتر نور را انتظار داشت.

به نظر می رسد که از طریق افزودن گیاهان علوفه ای با پروتئین بالا به گیاهان علوفه ای غلات با کیفیت پایین تر، می توان عملکرد پروتئین بیشتر (Nnadi, 2008)،

REFERENCES

1. Aina, p. o., Lal, R. & Taylor, G.S. (1977). Soil and crop management in relation to soil erosion in the rain forest region of Western Nigeria. Proceedings of the National Soil Erosion Conference, Indiana, U. S, A.
2. Assefa, G., & Ledin, I. (2001). Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures, anim. Feed Sci. Technol. 92, 95. 111
3. Chaichi, M.R. & Daryaei, F (2005). Forage yield of sorghum & alfalfa in an intercropping system. Proceedings of First National Forage Congress. Karaj. Iran. pp:285-286.
4. Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichman, D. & Knox. (2004). Row Configuration and Nitrogen Application for Barley –Pea Intercropping in Montana. Agron. J, 96, 1730-1738
5. Deljoo, A., Sepehri, A. (2005). Investigation of cropping pattern on growth and yield characters intercropping of sorghum and cow pea. Proceedings of 8th National Agronomy Congress, Gilan. Iran.
6. Daryaei, F., Chaichi, M.R., & Aghaalkhani, M. (2009). Evaluation of Forage Yield and Quality in Chickpea /Barley Intercropping. Iranian, J. Field Crop. Sci., 40, 11-19.
7. Forsatian, A. (2006). Evaluation of forage production in sorghum strip cropping with cowpea and soybean. M.S. Thesis University of Tehran.
8. Ghosh, P.K. (2004). Growth, Yield, Competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semiarid tropics of India. Field Crops Res. 88, 227-238
9. Hemayati, S.A., Siadat, F., Sadeghzadeh, M., Valizadeh, G. & Fathi, GH. (2002). Evaluation of two forage corn hybrids at different sowing densities in an intercropping system. Journal of Agricultural Sciences. 25, 1.

10. Khalatbari, A.M. (2006). The effect of sorghum & pear millet intercropping on forage quantity & quality. M.S.Thesis, University of Tehran.
11. Majnoun Hoseini, N., Mazaheri, D., Jahansouz, M.R. & Homayouni, R.(2005). Forage sorghum intercropping with white bean, cowpea and soybean. Proceedings of *First National Forage Congress.Karaj.Iran*.pp:323-324.
12. Mazaheri, D. (1998). *Intercropping* . University of Tehran Press(Second Edition).pp:262.
13. Nakhzari Moghaddam, A., Chaichi, M.R., Mazaheri, D., Rahimian Mshhadi H., Majnounhoseini, N. & Nourinia, A. (2009). The effect of corn and mungbean intercropping on land equivalent ratio and some forage quality parameters. *Journal of Agricultural Science*, 3,151-159.
14. Nnadi, L. A., & Haque, I. (2008). *Forage Legume cereal systems: improvement of soil fertility and agricultural production with special reference to sub Saharan Africa*. ILCA, P. O. Box 5689, Addis Ababa, Ethiopia. www. fao.
15. Piroozi, B. (2007). *Evaluation of corn & white bean forage in an intercropping system*.M.S.Thesis,University of Tehran.
16. Rahmani, A. (2004). Evaluation of *sorghum-berseem clover intercropping effect on yield ,forage quality and weed population dynamics*. M.Sc.thesis in Agronomy, University of Tehran.
17. Stout, D. G., Brooke, B., Hall, J.W., & Thompson, D.J. (1997). Forage yield and quality from intercropped barley, annual ryegrass and different annual legumes. *Grass and Forage Science* 52,298-308
18. Thompson,D. J., Stout,D. G. & Moore,T. (1992). Forage Production by for annual cropping sequences emphasizing barley irrigation in southern interior British Colombia, Can. J. Plant Sci. 72,181-185
19. Willey, R. W. (1990). Resource use in intercropping systems. *Agric. Water Manage.* 17, 215-231