

اثرات سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) با یونجه حلزونی (*Medicago scutellata*) در رقابت با علف‌های هرز

سعید شرفی

تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۳۰

۱-استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه اراک

*مسئول مکاتبه : Email: s-sharafi@araku.ac.ir

چکیده

اهداف: در راستای اهمیت کشت مخلوط گیاهان تیره بقولات با غلات، آزمایش حاضر جهت بررسی عملکرد علوفه در کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) با یونجه حلزونی (*Medicago scutellata*) در شرایط اراک انجام گرفت. مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، طی دو سال اجرا شد. آبیاری به عنوان کرت اصلی در سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت و الگوهای کشت مخلوط ذرت و یونجه به عنوان کرت فرعی به صورت کشت خالص ذرت با وجین و بدون وجین علف‌های هرز، کشت ۱۰۰ درصد ذرت توأم با حالت‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد یونجه بدون وجین علف‌های هرز، کشت خالص یونجه با وجین و بدون وجین علف‌های هرز در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج بیشترین وزن علوفه تر و خشک (به ترتیب ۶۷ و ۱۴/۹۴ تن در هکتار) در کشت ۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و در سال اول حاصل شد که علاوه بر استفاده مؤثر از زمین (نسبت برابری ۱/۴۵)، افزایش ۵/۸۳ و ۵/۰۲ درصدی علوفه تر و خشک را در پی داشت. در بخش کیفی با کاهش سهم یونجه، میزان پروتئین ۱۰/۹۱ درصد کاهش و میزان الیاف خام ۲۹/۶۳ درصد افزایش یافت. بیشترین مقدار الیاف قابل حل در محلول‌های اسیدی و خنثی (به ترتیب ۴۶/۴۶ و ۶۹/۷۸ درصد) در تیمار ذرت با وجین؛ بیشترین میزان خاکستر خام (۱۱/۷۲ درصد) در تیمار ذرت خالص بدون وجین و حداکثر ماده قابل هضم (۳۶/۶۳ درصد) در یونجه خالص بدون وجین، ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سال دوم ثبت گردید. در کشت خالص ذرت با وجین و تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، علوفه تر نسبت به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۱/۶۲ و ۲/۵۵ برابر افزایش یافت. این میزان افزایش برای کشت خالص یونجه با وجین به ترتیب ۱/۸۲ و ۲/۷۶ بود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی و بر اساس نتایج این پژوهش کشت مخلوط ذرت (نیاز آبی بالا) با یونجه یکساله (نیاز آبی کم)، بهبود کمیّت و کیفیت علوفه، بهینه‌سازی مصرف آب و کنترل علف‌های هرز را در پی دارد.

واژه‌های کلیدی: درصد پروتئین، کشاورزی پایدار، کم‌آبیاری، کیفیت علوفه، نسبت برابری زمین

Effects of Different Irrigation Levels on the Qualitative and Quantitative Performance of Forage in the intercropping of Corn (*Zea mays*) with Snail Medic (*Medicago scutellata*) under Competition with Weeds

Saeed Sharafi

Received: October 5, 2019 Accepted: May 19, 2020

Environment Science and Engineering, Dept. of Agriculture and Environment, Arak University, Arak, Iran.

*Corresponding Author Email: s-sharafi@araku.ac.ir

Abstract

Background & Objective: Due to the importance of a legume-cereal intercropping system, and in order to the investigate of forage yield in intercropping of maize (*Zea mays*. L) and snail medic (*Medicago scutellata*) an experiment conducted in Arak conditions.

Material & Methods: In this study, treatments were three different irrigation levels, including 50%, 75%, and 100% water requirement of maize as the main plot, cropping patterns of maize and snail medic including sole-cropping maize with and without hoeing, the cropping pattern of 100% maize with 50, 75 and 100% snail medic without hoeing, sole-cropping snail medic with and without hoeing as the subplot. The experiments conducted in splitplots design based on randomized complete blocks with three replications in two years.

Results: The results showed that the highest wet and dry forage weights in the treatment with 100% water requirement and the cropping pattern of 100% maize with 100% snail medic were obtained in the first year of the experiments (67 and 14.94 tons per hectare). In addition to the effective application of land (land equivalent ratio = 1.45), wet and dry forage weights increased by 5.83% and 5.02%, respectively. The analysis of forage quality showed that with decreasing portion of the snail medic, the percentage of protein and fiber increased by 10.91% and 29.63%, respectively. The highest percentage of acid detergent fiber and neutral detergent fiber in the treatment of maize with hoeing (46.46% and 69.7%, respectively), the highest percentage of crude ash in the treatment of maize sole cropping without hoeing (11.72%) and the highest percentage of digestible matter in snail medic sole cropping without hoeing (36.63) were recorded in the treatment with 100% water requirement in the second year of the experiments. Also, in treatments with 75% and 100% water requirement in maize sole cropping with hoeing, wet forage weight were respectively 1.62 and 2.55 times the treatment with 50% water requirement of maize sole cropping with hoeing. This increase for snail medic sole cropping with hoeing was 1.82 and 2.76, respectively.

Conclusion: According to the results, using of the crop with low water requirement like snail medic in intercropping system increase the quality and quantity of forage and the optimization of water consumption, and it will also control the weeds.

Keywords: Deficit Irrigation, Forage Quality, LER, Protein Percentage, Sustainable Agriculture

به نظام‌های پایدار و اهتمام به گسترش آن افزایش یافته است (بارکر و دنیت ۲۰۱۳). کشت مخلوط یکی از روش‌های بوم‌سازگار مبتنی بر اصول کشاورزی پایدار

مقدمه

امروزه به دلایلی نظیر آلودگی‌های محیط زیست و تخریب ساختار خاک در اثر فعالیت‌های کشاورزی، توجه

خالص غلات مناسب‌تر است. به‌طور کلی افزایش عملکرد در کشت مخلوط در مقایسه با نظام تک‌کشتی به‌دلیل استفاده بهتر از منابع غذایی، نور، آب و محدود نمودن رشد علف‌های هرز می‌باشد (بارکر و دنیت ۲۰۱۳).

شناخت بهتر از پیشینه و شرایط مزرعه جهت انتخاب گیاهان و نسبت اختصاص هر یک از آن‌ها در مخلوط سبب افزایش راندمان الگوی کشت می‌گردد (بی‌بی-فینلی و ریان ۲۰۱۸). سندرسون و همکاران (۲۰۱۳)، با بررسی تراکم‌های مطلوب مخلوط لگوم-غله دریافتند که اختصاص سهم ۴۰-۳۰ درصدی برای لگوم‌ها در مخلوط بازده بیشتری در مقایسه با سایر تراکم‌های لگوم دارد. ورینگون‌برناس و همکاران (۲۰۱۶)، اظهار داشتند اگر زیست‌توده لگوم در مخلوط ۲ تن در هکتار باشد حدود ۹۰ درصد علف‌های هرز را کنترل کرده و حداقل ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در اختیار ذرت قرار می‌دهد. به‌طور سنتی، کشت مخلوط جهت افزایش تولید محصول و راندمان استفاده از زمین استفاده می‌شود (بی‌بی-فینلی و ریان ۲۰۱۸). چاپاگین و رایزن (۲۰۱۴)، نشان دادند که نسبت برابری زمین^۱ در تیمارهای کشت مخلوط جو-نخود نسبت به تیمارهای تک‌کشتی ۳۲ درصد بیشتر است.

با توجه به مطالعات انجام‌شده، کشت مخلوط اغلب تحت تأثیر عوامل مختلف مدیریتی قرار می‌گیرد. در این بین کاربرد علف‌کش‌ها در کشت مخلوط لگوم-غله با محدودیت همراه است. همچنین از یک‌سو نیاز به شناخت جایگزین‌های علف‌کش امری اجتناب‌ناپذیر بوده و از سوی دیگر رقابت نامتقارنی بین دو خانواده مذکور وجود دارد که اغلب مانند یک تنش محیطی بروز یافته و بر توانایی‌های هر یک از گیاهان در مخلوط تأثیر می‌گذارد. البته در برخی موارد این رقابت نامتقارن می‌تواند اثرات سوء کمتری داشته باشد، به‌نحوی که یکی از گونه‌ها در مخلوط مغلوب باشد (ریان و همکاران

بوده و با توجه به قدمت تاریخی آن، در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است. به عبارتی این شیوه سنتی کشت را می‌توان به‌عنوان شاخصی جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار، سلامت محیط زیست و مقابله با تغییرات اقلیمی تلقی نمود (آینه‌بند و همکاران ۲۰۱۰، دگلا و همکاران ۲۰۱۶). از سویی کشت مخلوط نقش مهمی در تولید غذا و معیشت مردم به‌ویژه در کشورهای رو به توسعه ایفا می‌نماید. در این کشورها بوم‌نظام‌های کشت مخلوط اغلب به‌صورت سنتی و در مزارع کوچک توسط کشاورزان مدیریت می‌شوند. این بوم‌نظام به‌علت بازده بیشتر در مقایسه با نظام تک‌کشتی و کاهش خطر از بین رفتن محصول برای کشاورزان، به‌صورت گسترده استفاده می‌شود (استولز و نادبو ۲۰۱۴، پائودل ۲۰۱۶).

جوآنمرد و اسکندری (۲۰۱۵)، با بررسی کیفی و کمی علوفه درالگوهای متنوع کشت مخلوط ذرت و بقولات مختلف گزارش نمودند میزان علوفه خشک ذرت در کشت مخلوط با بقولات به‌ویژه ماشک گل‌خوشه‌ای و گاودانه کاهش می‌یابد، اما سبب افزایش ماده خشک قابل هضم ذرت در کشت مخلوط با لوبیا می‌گردد. همچنین مخلوط‌های متراکم‌تر (با حضور سه گیاه در مخلوط) در مقایسه با کشت خالص باعث استفاده بهتر از فضاهای خالی موجود و افزایش تنوع زیستی بوم‌نظام‌ها به نفع گونه‌های زراعی و افزایش عملکرد شده است (مرادی و همکاران ۲۰۱۴، احمدوند و حاجی‌نیا ۲۰۱۶). بر اساس نتایج تحقیق پورامیر و همکاران (۲۰۱۰)، نسبت‌های کشت مخلوط درهم، سطح برگ کمتری نسبت به کشت ردیفی داشتند که نتیجه آن کاهش روند تجمع ماده خشک و به دنبال آن کاهش عملکرد زیستی و همچنین عملکرد اقتصادی بود. بر اساس مطالعه نباتی و همکاران (۲۰۱۶)، مخلوط غلات-بقولات به‌طورمعمول در افزایش محتوای نیتروژن و عملکرد دانه در واحد سطح به‌علت تثبیت زیستی نیتروژن توسط بقولات، در مقایسه با کشت

۱. Land Equivalent Ratio (LER)

۲۰۱۸). نظر به این قبیل مسائل محیط زیست و محدودیت منابع آبی در مناطقی نظیر شهرستان اراک، استفاده از بوم‌نظام‌های زراعی با راندمان بالاتر که علاوه بر تنوع بیشتر، از نظام‌های کشت مخلوط حاوی لگوها برخوردارند؛ می‌تواند در رسیدن به ثبات و پایداری در تولید مؤثر واقع گردد. بر این اساس پژوهش حاضر به منظور ارزیابی کمی و کیفی الگوی کشت ذرت علوفه‌ای با یونجه یکساله تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری در رقابت با علف‌های هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات جغرافیایی-اقلیمی مکان آزمایش و نحوه اجرای آن

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و محیط‌زیست دانشگاه اراک با موقعیت طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۶۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۷۴۹ متر از سطح دریا و در سال‌های زراعی ۹۵-۹۶ و ۹۶-۹۷ اجرا شد. ویژگی‌های

اقلیمی محل اجرای آزمایش در جدول ۱، آمده است. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از کاشت نمونه‌برداری از عمق‌های صفر تا ۹۰ سانتی‌متری خاک مزرعه صورت پذیرفت (جدول ۱). این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی آزمایش شامل سطوح مختلف آبیاری در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت بود. کرت‌های فرعی آزمایش شامل الگوهای کشت ذرت (*Zea mays L.*) و یونجه یکساله (*Medicago scutellata* (Var. Rabinson) در هفت سطح؛ کشت خالص ذرت با وجین، کشت خالص ذرت بدون وجین، الگوی کشت ۱۰۰ درصد ذرت همراه ۵۰ درصد یونجه یکساله بدون وجین، ۱۰۰ درصد ذرت همراه ۷۵ درصد یونجه یکساله بدون وجین، ۱۰۰ درصد ذرت همراه ۱۰۰ درصد یونجه یکساله بدون وجین، کشت خالص یونجه یکساله با وجین و کشت خالص یونجه یکساله بدون وجین به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد.

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی و فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

اقلیم							
شاخص خشکی یونسکو	تبخیر و تعرق مرجع (mm.y ⁻¹)	بارندگی (mm)	رطوبت نسبی (%)	درجه حرارت حداقل (°C)	درجه حرارت حداکثر (°C)	درجه حرارت میانگین (°C)	ارتفاع از سطح دریا (m)
۰/۲۲۸	۱۳۳۳/۰۲	۳۰۴/۲۳	۴۵/۷۳	۶/۶	۲۰/۱۱	۱۳/۳۶	۱۷۰۸
۰/۱۷	۱۳۸۹/۰۳	۲۴۷/۴	۴۴/۵۸	۸/۸۱	۲۳/۰۱	۱۵/۸۴	۱۷۰۸
خاک							
بافت خاک	سیلت (%)	شن (%)	رس (%)	کربن آلی (%)	وزن مخصوص ظاهری (g.cm ⁻³)	شوری (dS.cm ⁻³)	اسیدیته
رس-لوم	۳۴/۶۹	۳۱/۲	۳۴/۱۱	۱/۱۲	۱/۵۶	۲/۲	۷/۱۴
رس-لوم	۲۲/۷	۳۶/۱۲	۳۱/۱۸	۱/۱	۱/۵۱	۲/۵	۷/۳
رس-لوم	۴۲/۷۳	۲۴/۱	۳۳/۱۷	۰/۹۳	۱/۴۷	۲/۶	۷/۳۲
عناصر غذایی							
مس (mg.kg ⁻¹)	روی (mg.kg ⁻¹)	آهن (mg.kg ⁻¹)	منیزیم (mg.kg ⁻¹)	کلسیم (mg.kg ⁻¹)	گوگرد (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	فسفر (mg.kg ⁻¹)
۱/۴۵	۱/۱۷	۶/۹۱	۲۵۳	۵۲۴	۰/۱	۳۱۴	۲۲
۲/۳	۶/۱	۳/۳	۱۳۹	۴۰۳	۰/۱	۱۵۹	۷۰

علوفه‌ای رقم ماکسیما (میان‌رس و مقاوم به تنش خشکی)، به ترتیب ۱۵ خرداد و ۸ بوبته در مترمربع و برای

بر اساس مطالعات و بهینه‌سنجی پیشین (شرفی و همکاران، ۲۰۰۶)، تاریخ و تراکم کاشت برای ذرت

یونجه یکساله به ترتیب ۳۱ تیر و ۸۵ بوته در مترمربع (معادل ۱۲۵ گرم در مترمربع)؛ طی دو سال آزمایش تعیین گردید. کشت هر دو گونه به صورت دستی انجام شد. کاشت یونجه یکساله در مرحله هشت‌برگی ذرت (V8) صورت گرفت. هر کرت به مساحت ۱۵ مترمربع (۳×۵) شامل ۵ ردیف ذرت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌های فرعی یک متر و فاصله کرت‌های اصلی ۴/۵ متر بود. کاشت یونجه یکساله در فواصل ردیف‌های ذرت صورت گرفت. به غیر از وجین و آبیاری، سایر عملیات داشت به صورت یکسان و هم‌زمان برای کلیه تیمارها انجام شد. در مراحل مختلف رشد جهت تعیین کیفیت علوفه، نمونه برداری به عمل آمد. برداشت محصول جهت مقایسه علوفه‌تر در مرحله غلاف‌دهی یونجه یکساله و برای ذرت در مرحله رسیدگی شیری طی دو سال انجام گردید. شایان ذکر است در این آزمایش از هیچ نوع کود شیمیایی استفاده نشد.

اعمال سطوح آبیاری

با توجه به محدودیت منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر شهرستان اراک، پایش توزیع رطوبت در

نیم‌رخ خاک جهت اجرای برنامه صحیح در مدیریت آبیاری حائز اهمیت بسیاری است. جهت تعیین مقادیر رطوبت در اثر اعمال تیمارهای آبیاری و تأثیر هر یک از سطوح مختلف آبیاری ذکر شده طی سال زراعی، از کلیه-ی ۶۳ کرت آزمایشی در مراحل ۴ روز پس از کاشت ذرت^۱، ۱۱ روز پس از کاشت، ۸۶ روز پس از کاشت^۲ و ۱۲۰ روز پس از کاشت^۳، نمونه برداری شد. از کلیه‌ی کرت‌ها تا عمق یک متری به ازای هر ۲۰ سانتی‌متر یک نمونه برداشت شد و میانگین رطوبت حجمی عصاره‌ی اشباع برای سه تکرار محاسبه گردید. اندازه‌گیری میزان رطوبت حجمی نیز با استفاده از روش انعکاس‌سنجی حوزه زمانی^۴ و توسط دستگاه انعکاس انجام گرفت. بر اساس این روش، با تعیین سرعت حرکت امواج الکترومغناطیسی در خاک، میزان رطوبت حجمی آن تخمین زده می‌شود. به منظور حصول یکنواختی در اعمال کم‌آبیاری، از روش آبیاری کرتی استفاده شد. تیمارهای مقدار آب آبیاری بعد از جوانه‌زنی اعمال گردید. برنامه‌ریزی آبیاری این طرح شامل زمان‌بندی و مقدار هر آبیاری برای تیمارهای مختلف در جدول ۲، ارائه شده است.

جدول ۲- زمان و مقدار آب مصرف شده در هر یک از تیمارهای آبیاری

زمان آبیاری	۵۰ درصد نیاز آبی (mm)	۷۵ درصد نیاز آبی (mm)	۱۰۰ درصد نیاز آبی (mm)
۱۵ خرداد (کاشت)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۹ خرداد	۵۰	۷۵	۱۰۰
۲۶ خرداد تا ۱۰ شهریور	۴۵	۶۷	۹۰
۱۷ شهریور	۳۸	۵۷	۷۶
۲۷ شهریور	۳۵	۵۳	۷۰
۶ مهر	۳۵	۵۳	۷۰
۱۴ مهر (برداشت)	۳۰	۴۵	۶۰

ارزیابی پارامترهای زراعی و شیمیایی

در این مطالعه جهت مقایسه آگرواکولوژیک سطوح مختلف الگوی کشت از رابطه نسبت برابری زمین استفاده شد:

۳. زمان برداشت ذرت

۴. Time Domain Reflectometry (TDR)

۱. یک روز قبل از آبیاری دوم (اولین آبیاری با اعمال تیمارهای کم‌آبیاری

همراه بود)

۲. فاصله‌ی زمانی بین آبیاری سوم و دوازدهم

آنکوم^{۱۰} و همراه با آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت اندازه‌گیری شدند. پروتئین خام با دستگاه کلدال^{۱۱} تعیین گردید. خاکستر خام نمونه‌ها به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد (AOAC 2000). برای اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول در آب از روش طیف‌سنجی فنل سولفوریک استفاده گردید (دوبویس و همکاران ۱۹۵۶).

تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از نمونه-برداری شامل تجزیه واریانس ساده و مرکب به صورت کرت‌های خردشده، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. از برنامه آماری SAS نسخه ۹/۲ برای تجزیه واریانس استفاده شد. مقایسه میانگین صفات مورد نظر با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج

صفات کمی

نتایج تجزیه واریانس برای صفات کمی نشان داد بین اثرات ساده تأمین نیاز آبی، نسبت‌های کشت مخلوط و برهمکنش دوگانه بین آنها برای صفات علوفه خشک، علوفه تر و نسبت برابری زمین اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. بر اساس این نتایج اثر سال بر صفات مذکور نیز معنی‌دار بوده است (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد (جدول ۴)، بیشترین وزن علوفه تر و خشک در تیمار تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی و الگوی کشت ذرت همراه با ۱۰۰ درصد یونجه یکساله بدون وجین در سال اول آزمایش به دست آمد (به ترتیب ۶۷ و ۱۴/۹۴ تن در هکتار). به دلیل اینکه ذرت گیاه اصلی در

$$\text{LER} = (\text{LER}_i + \text{LER}_j) = \left(\frac{Y_{ij}}{Y_{ii}} + \frac{Y_{ji}}{Y_{jj}} \right) \quad (1)$$

در رابطه فوق Y_{ii} عملکرد گونه نام در کشت خالص، Y_{jj} عملکرد گونه ز در کشت خالص، Y_{ij} عملکرد گونه i در کشت مخلوط، Y_{ji} عملکرد گونه j در کشت مخلوط، LER_i جزئی گونه i و LER_j جزئی گونه j است. چنانچه LER کل برابر با یک باشد، تفاوتی بین سودمندی نظام‌های تک‌کشتی و کشت مخلوط وجود ندارد و اگر بیشتر از یک باشد، کارایی نظام کشت مخلوط بیشتر از نظام تک‌کشتی است. بر این اساس، LER جزئی بیشتر از ۰/۵ گویای سودمندی بیشتر کشت مخلوط گیاه زراعی نسبت به وضعیت تک‌کشتی آن می‌باشد (وانگ و همکاران ۲۰۱۲، تالوکدر و همکاران ۲۰۱۵). نمونه‌برداری از علف‌های هرز در پایان مرحله رشد به صورت تصادفی از چهار نقطه‌ی هر کرت و با استفاده از چارچوب $0/5 \times 0/5$ مترمربع انجام گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه علف‌های هرز شناسایی و مورد شمارش قرار گرفتند. در نهایت جهت ارزیابی زیست‌توده علف‌های هرز نمونه‌ها را در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و سپس توزین شدند.

علاوه بر شاخص‌های فوق، صفات کیفی شامل؛ ماده خشک قابل هضم^۱، میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب^۲، میزان پروتئین خام^۳، الیاف خام^۴، میزان الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی^۵، الیاف محلول در شوینده خنثی^۶ و میزان خاکستر خام^۷ در زمان برداشت علوفه مورد سنجش قرار گرفتند. بدین منظور ابتدا نمونه‌ها با آسیاب^۸ و با استفاده از غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش ون‌سوئت و همکاران (۱۹۹۱) و با استفاده از دستگاه تجزیه فیبر آنکوم^۹ در کیسه‌های

۷. Crude Ash (CA)

۸. Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA

۹. Fiber Analyzer, Ankom 200, Ankom Technology Crop, Fairprt, NY, USA

۱۰. ANKOM F57

۱۱. Kjeldahl Vap50 Gerhardt, Germany

۱. Dry Mater Digestibility (DMD)

۲. Water Soluble Carbohydrates (WSC)

۳. Crude Protein (CP)

۴. Crude Fiber (CF)

۵. Acid Detergent Fiber (ADF)

۶. Neutral Detergent Fiber (NDF)

همکاران (۲۰۱۱) دلیل کاهش ماده خشک در کشت مخلوط جو، نخود و شنبلیله را کاهش ورود نور به داخل کانوپی گزارش نمودند و بیان داشتند کاهش ورود نور باعث سایه‌اندازی و افزایش میزان اختصاص مواد به ساقه برای جذب نور می‌شود. طی پژوهشی دیگر مشخص شده میزان تولید در کشت مخلوط غله-لگوم، به دلیل عدم وجود آرایش منظم و افزایش رقابت درون‌گونه‌ای، کاهش می‌یابد که علت احتمالی آن تشدید رقابت درون‌گونه‌ای و اثر منفی آن برون خشک غله، به دلیل عدم وجود تراکم مناسب از گیاهان غله و لگوم در مجاورت هم ذکر شده است (قلعه نوعی و همکاران ۲۰۱۷).

مخلوط به حساب می‌آید و تغییری در نسبت آن در مخلوط اعمال نگردیده، انتظار هم می‌رفت این گیاه سهم عمده‌ای در تولید علوفه داشته باشد. نقش مکمل یونجه یکساله در مخلوط با ذرت منجر به افزایش ۴ تن علوفه تر و ۷۵۰ کیلوگرم علوفه خشک بیشتر در مقایسه با کشت ذرت خالص با وجین علف‌هرز در تیمار نیاز آبی ۱۰۰ درصد شد. در واقع علاوه بر استفاده مؤثر از زمین (نسبت برابری زمین ۱/۴۵)، با همان آب استفاده شده برای کشت خالص ذرت با وجین؛ به ترتیب ۵/۸۳ و ۵/۰۲ درصد علوفه تر و خشک بیشتر تولید شده است (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های برخی محققین در ارزیابی الگوی کشت ذرت و لوبیا همسو می‌باشد (اگیندو ۲۰۰۳، تی‌سوبو و همکاران ۲۰۰۵). از سویی عیشی‌رضایی و

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مرکب صفات کمی برای الگوی

کشت ذرت با یونجه یکساله در سطوح آبیاری مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	علوفه تر	علوفه خشک	نسبت برابری زمین
سال	۱	۲۳۲۷.۰۴ **	۱۱۷/۳ **	۰/۱۴ **
تکرار (سال)	۴	۵/۱۷ n.s	۰/۸ **	۰/۰۰۱ n.s
نیاز آبی	۲	۷۶۳۱/۱ **	۳۹۳/۱ **	۰/۰۶ **
نیاز آبی × سال	۲	۱۱۹/۸ **	۵/۲ **	۰/۰۰۲ n.s
الگوی کشت	۶	۱۴۶۵/۶ **	۸۳/۹ **	۰/۰۹ **
سال × الگوی کشت	۶	۲۷۴/۸ **	۱۱/۶ **	۰/۰۳ **
نیاز آبی × الگوی کشت	۱۲	۹۴/۵ **	۴/۴ **	۰/۰۱ **
سال × نیاز آبی × الگوی کشت	۱۲	۲۱/۷ **	۱/۰۶ **	۰/۰۰۴ **
خطای آزمایش	۸۰	۲/۴	۰/۱۲	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (%)		۱۵/۳۸	۱۷/۰۴	۳/۲۲

n.s، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح کمتر از ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

علف‌های هرز به ترتیب ۴۵/۸۲ و ۶۵/۷۸ درصد گزارش گردید (جدول ۴). این اختلاف عملکرد در اثر میزان مصرف آب به دست آمده، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ذرت نیاز آبی بسیار بالایی داشته و می‌بایست از گیاهی در مخلوط با آن استفاده نمود که بتواند کمبود آب را تا حدودی تحمل نماید (استولز و نادبو ۲۰۱۴، پائودل ۲۰۱۶). در تیمار نسبت کامل ذرت با یونجه یکساله

در ادامه نتایج قیاس میانگین‌ها، اختلاف آماری بین سطوح آبیاری بسیار چشمگیر بود، به طوری که عملکرد وزن تر علوفه ذرت در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در کشت خالص آن با وجین علف‌های هرز، به ترتیب ۳۶/۰۵ و ۵۹/۸۳ درصد بیشتر از تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی آن در کشت خالص با وجین علف‌های هرز بود. این نتایج برای کشت خالص یونجه یکساله همراه با وجین

(تراکم ۱۰۰:۱۰۰) و تأمین ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با تیمار ۵۰ درصدی نیاز آبی، عملکرد علوفه تر به ترتیب ۳۷/۵۲ و ۵۹/۲۳ درصد افزایش داشت. در مقایسه نتایج تولید کشت خالص ذرت با تراکم کامل ذرت و یونجه یکساله در مخلوط مشخص گردید که با مصرف همان مقدار آب در کشت خالص، عملکرد علوفه تر و خشک افزایش یافته است (جدول ۴).

با توجه به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور و نیاز به علوفه در این مناطق، کشت و پرورش گیاهان علوفه‌ای به ویژه ذرت اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین یکی از راهکارهای مناسب صرفه‌جویی در میزان و مدیریت مصرف آب می‌باشد. بر همین اساس اگر در منطقه‌ای آب کافی در دسترس نباشد، کشت خالص ذرت

اقتصادی نخواهد بود؛ اما الگوی کشت ذرت و یونجه یکساله (به ترتیب عملکرد علوفه تر و خشک ۴۳/۷۱ و ۹/۷۲ تن در هکتار) می‌تواند تا حدودی جایگزین مصرف بی‌رویه آب گردد (جدول ۴). در بررسی تأثیر میزان بارندگی بر تأمین نیاز آبی نظام کاشت مخلوط ذرت و لوبیا مشخص شده، بارندگی به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل آب‌وهوایی بر رشد و عملکرد نظام کاشت مخلوط در شرایط نیمه خشک مؤثر است و اثر سال بر نسبت برابری زمین تأثیری ندارد (تی‌سوبو و همکاران ۲۰۰۵). البته سودمند بودن کشت مخلوط در بسیاری از مناطق گزارش شده است که می‌تواند در اثر تولید ماده غذایی مورد نیاز گیاه هم‌کشت و یا استفاده مؤثر از فضای کشت باشد.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال × سطوح مختلف آبیاری × الگوی کشت ذرت با

یونجه یکساله برای عملکرد علوفه تر و خشک و نسبت برابری زمین

سال	آبیاری	الگوی مخلوط	علوفه تر (t.ha ⁻¹)	علوفه خشک (تن در هکتار)	نسبت برابری زمین
سال اول	۷۰٪ نیاز آبی	ذرت با وجین	۲۵/۳۴j	۵/۶۸j	-
		ذرت بدون وجین	۱۹/۶۷kl	۴/۶۱kl	-
		۱۰۰ ذرت+ ۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۲/۷۷jk	۵/۷۶jk	۱/۰۵d
		۱۰۰ ذرت+ ۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۲/۵۷jk	۵/۷۸jk	۱/۱۴c
		۱۰۰ ذرت+ ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۷/۳۱ij	۵/۷۶jk	۱/۱۷bc
		یونجه یکساله با وجین	۹/۹۳no	۲/۳۴no	-
		یونجه یکساله بدون وجین	۶/۶۸p	۱/۶۱p	-
		ذرت با وجین	۳۹/۶۳g	۸/۹۸g	-
		ذرت بدون وجین	۳۲/۶۳hi	۶/۵۲hi	-
		۱۰۰ ذرت+ ۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۳۴/۸۶h	۷/۸h	۱/۰۶d
۱۰۰ ذرت+ ۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۳۸/۳۳g	۸/۷۷g	۱/۱۴c		
۱۰۰ ذرت+ ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۴۳/۷۱f	۹/۷۲f	۱/۲b		
یونجه یکساله با وجین	۱۸/۳۳l	۳/۴۹l	-		
یونجه یکساله بدون وجین	۱۲/۱۷n	۲/۵۵n	-		
سال دوم	۱۰٪ نیاز آبی	ذرت با وجین	۶۳/۰۹b	۱۴/۱۹b	-
		ذرت بدون وجین	۵۱/۵۴e	۱۱/۶e	-
		۱۰۰ ذرت+ ۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۵۵/۵۸d	۱۲/۹۱d	۱/۱۵c
		۱۰۰ ذرت+ ۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۵۹/۹۹c	۱۳/۹۱c	۱/۲۹b
		۱۰۰ ذرت+ ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۶۷a	۱۴/۹۴a	۱/۴۵a
		یونجه یکساله با وجین	۲۹/۰۲i	۶/۵۵i	-
		یونجه یکساله بدون وجین	۱۸/۸۲l	۴/۳۲l	-
		ذرت با وجین	۱۸/۴l	۴/۳۱l	-

-	۳/۰۲mn	۱۳/۰۸mn	ذرت بدون وجین	
۰/۸۶d	۳/۶۷m	۱۵/۷۳m	۱۰۰ ذرت+ ۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	
۰/۹۸d	۴/۲۵l	۱۷/۴۳l	۱۰۰ ذرت+ ۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	
۱d	۴/۲۱l	۱۷/۶۶l	۱۰۰ ذرت+ ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	
-	۲/۴۳no	۱۰/۰۱no	یونجه یکساله با وجین	
-	۱/۴۶o	۸/۱۶o	یونجه یکساله بدون وجین	
-	۶/۸۲i	۲۹/۴۸i	ذرت با وجین	
-	۳/۰۸mn	۱۳/۰۶mn	ذرت بدون وجین	
۰/۹۳d	۴/۹۵k	۲۱k	۱۰۰ ذرت+ ۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۷۵٪ نیازآبی
۱/۰۱d	۵/۴۹j	۲۴/۴۹j	۱۰۰ ذرت+ ۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	
۱/۱cd	۶/۴۸ij	۲۸/۷ij	۱۰۰ ذرت+ ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	
-	۳/۴۹kl	۱۹/۰۳kl	یونجه یکساله با وجین	
-	۳/۳۲l	۱۸/۴۱l	یونجه یکساله بدون وجین	
-	۱۰/۹۹f	۴۷/۳۵f	ذرت با وجین	
-	۷/۷۹h	۳۴/۲۶h	ذرت بدون وجین	
۱/۱۱cd	۸/۸۱g	۳۹/۴۹g	۱۰۰ ذرت+ ۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۰۰٪ نیازآبی
۱/۱۱cd	۱۰f	۴۳/۹۱f	۱۰۰ ذرت+ ۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	
۱/۱۳c	۱۰/۳۳ef	۴۵/۳۷ef	۱۰۰ ذرت+ ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	
-	۶/۵۷ij	۲۸/۲۱ij	یونجه یکساله با وجین	
-	۵/۸j	۲۵/۷۹j	یونجه یکساله بدون وجین	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند

صفات کیفی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح نیاز آبی برای الیاف خام، الیاف قابل حل در محلول اسیدی، درصد خاکستر، ماده قابل هضم و درصد پروتئین خام در سطح یک درصد و برای کربوهیدرات محلول و الیاف قابل حل در محلول خنثی در سطح پنج درصد معنی‌دار شدند. اثر الگوی کشت برای کلیه صفات کیفی مورد بررسی در این آزمایش در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل سطوح نیازآبی×الگوی کشت برای درصد الیاف خام، الیاف قابل حل در محلول اسیدی، درصد خاکستر و ماده قابل هضم در سطح یک درصد و برای الیاف قابل حل در محلول خنثی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی در جدول ۶، بیشترین درصد پروتئین خام در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۱۴/۱۱ درصد) و کشت خالص یونجه

یکساله با وجین (۲۰/۰۳ درصد) در سال اول آزمایش مشاهده شد. با توجه به اضافه شدن یونجه یکساله در مخلوط با ذرت در مقایسه با کشت خالص آن درصد پروتئین ۱۰/۵۲ درصد افزایش یافت. بنابراین همزمان با افزایش عملکرد علوفه خشک، عملکرد کیفی نیز افزایش نشان داد (جدول ۶). این نتایج گویای آن است که میزان پروتئین خام ارتباط مستقیمی با نوع گیاه (یونجه یکساله) و سطوح آبیاری دارد.

بیشترین درصد الیاف خام در تیمار کشت خالص ذرت با و بدون وجین علف‌های هرز مشاهده شد، که تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری قرار نگرفت و از طرفی هم در دو سال آزمایش نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین کمترین میانگین درصد الیاف خام برای تیمار الگوی کشت ۱۰۰ درصدی ذرت+ ۵۰ یونجه یکساله در تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیازآبی به ترتیب ۲۰/۷ و ۲۱ درصد بود. همچنین با توجه به نتایج جدول ۷، در

نسبت‌های مختلف الگوی کشت ذرت و یونجه یکساله درصد الیاف خام به شدت کاهش یافت که نشان‌دهنده وجود رقابت گیاهان بر سر منابع بوده و هر گونه در

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مرکب صفات کیفی الگوی کشت ذرت با یونجه یکساله در سطوح مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	الیاف خام	کربوهیدرات محلول	الیاف قابل حل در محلول اسیدی	الیاف قابل حل در محلول خنثی	الیاف قابل خاکس تر	ماده قابل هضم	پروتئین خام
سال	۱	۰/۳۳ ^{ns}	۲۱۴/۹ ^{**}	۵/۹ ^{**}	۵/۱ ^{**}	۰/۰۱ ^{ns}	۴۹۷/۰۲ ^{**}	۴۲/۱ ^{**}
تکرار (سال)	۴	۰/۰۶ ^{**}	۴/۶ ^{**}	۰/۰۳ ^{**}	۰/۰۴ ^{**}	۰/۰۳ ^{**}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۰۹ ^{**}
نیاز آبی	۲	۱/۲ ^{**}	۹۸/۴ [*]	۹/۲ ^{**}	۸/۶ [*]	۰/۰۶ ^{**}	۹/۵ ^{**}	۱۹/۲۷ ^{**}
نیاز آبی × سال	۲	۷/۳ ^{**}	۱۲/۵ ^{ns}	۲۶/۹ ^{**}	۲۶/۹ ^{**}	۰/۳۴ ^{**}	۴۴/۵ ^{**}	۲/۴ ^{ns}
الگوی کشت	۶	۳۲۶۳/۳ ^{**}	۲۰۹۸/۵ ^{**}	۴۷۹/۲ ^{**}	۴۷۹/۲ ^{**}	۱۵۵/۸ ^{**}	۴۱۲/۴ ^{**}	۴۱۰/۸ ^{**}
سال × الگوی کشت	۶	۲/۱ ^{**}	۵/۶ ^{ns}	۱۳/۰۲ ^{**}	۱۳/۰۲ ^{**}	۰/۱ [*]	۷/۲ ^{**}	۱/۱ ^{ns}
نیاز آبی × الگوی کشت	۱۲	۰/۶ ^{**}	۸/۳ ^{ns}	۰/۶ ^{**}	۰/۶ [*]	۰/۰۳ ^{**}	۱/۵ ^{**}	۱/۶ ^{ns}
سال × نیاز آبی × الگوی کشت	۱۲	۱/۷ ^{**}	۷/۰۲ ^{ns}	۱/۲ ^{**}	۱/۲ [*]	۰/۰۸ ^{**}	۱/۸ [*]	۱/۳ ^{ns}
خطای آزمایش	۸۰	۰/۲	۴/۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۹
ضریب تغییرات (%)	۱/۲۳	۷/۵۱	۰/۵۱	۰/۳۳	۱/۲۳	۷/۵۱	۳/۲۲	

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح کمتر از ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح آبیاری و الگوی کشت ذرت با یونجه یکساله بر درصد پروتئین علوفه

سال اول	سال دوم	سطوح آبیاری	الگوی کشت
۱۲/۳۵b	۱۱/۷۵bc	۵۰٪ نیاز آبی	ذرت با وجین
۱۳/۶۸a	۱۲/۳۱b	۷۵٪ نیاز آبی	ذرت بدون وجین
۱۴/۱۱a	۱۲/۶۱b	۱۰۰٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت + ۵۰ یونجه یکساله بدون وجین
۹/۵۱d	۷/۷۳f		۱۰۰ ذرت + ۷۵ یونجه یکساله بدون وجین
۸/۷۱e	۷/۴۴f		۱۰۰ ذرت + ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین
۱۰/۶۵cd	۹/۸۵d		یونجه یکساله با وجین
۱۱/۷c	۱۰/۷۴cd		یونجه یکساله بدون وجین
۱۳/۴۹b	۱۱/۶۵c		
۲۰/۰۳a	۱۹/۱۶a		
۱۹/۵۶a	۱۸/۹۹a		

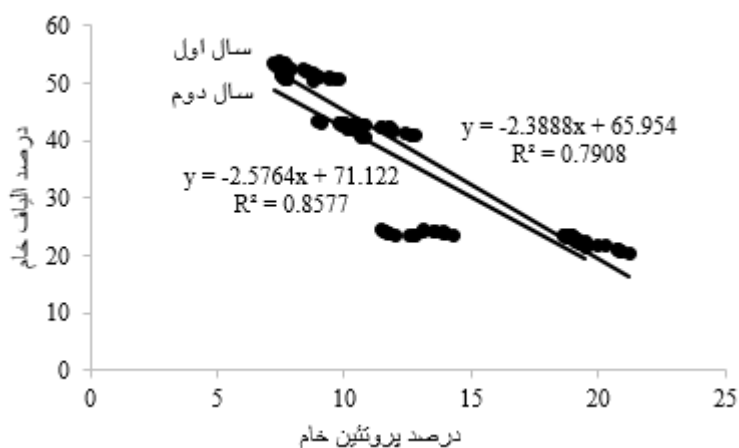
میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند

گزارش شد، در کشت خالص با افزایش درصد الیاف، درصد پروتئین افت قابل ملاحظه‌ای نشان داد که از نظر آماری نیز معنی‌دار بود (ضریب همبستگی 0.75^{**} -). بر

شرایط رقابت سهم بیشتری از مواد غذایی را صرف رشد و نمو خود نموده است (قلعه‌نویی و همکاران ۲۰۱۷). از آنجایی که رابطه میزان پروتئین و الیاف خام معکوس

الیاف از تراکم بیشتر ذرت در مخلوط از اثرپذیری درصد پروتئین خام از این تیمار بیشتر است (شکل ۱).

اساس معادلات ارائه شده در شکل ۱ [قدرمطلق مقدار شیب (ضریب X)، مشخص شد به ازای یک واحد افزایش در کاهش سهم یونجه در الگوی کشت، تغییر (افزایش) میزان الیاف به مراتب بیشتر از تغییر (کاهش) میزان پروتئین خام علوفه بود. به بیان دیگر، تأثیرپذیری درصد



شکل ۱- همبستگی بین درصد پروتئین با درصد الیاف در الگوی کشت ذرت با یونجه یکساله

داشت، به نحوی که در تیمارهای ذرت خالص و ذرت در مخلوط بیشترین درصد الیاف قابل حل در محلول‌های اسیدی و خنثی مشاهده گردید. تیمار سطوح مختلف آبیاری تأثیری بر صفات مذکور نداشت. بین الگوی کشت ۱۰۰ درصد ذرت و یونجه یکساله و کشت خالص یونجه یکساله با و بدون وجین علف‌های هرز نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷). الیاف قابل حل در محلول اسیدی تجلی سهم دیواره سلولی شامل؛ سلولز و لیگنین (به استثنای همی سلولز) در جیره‌ی دام بوده و بیانگر قابلیت هضم علوفه توسط دام است، که با افزایش این شاخص از قابلیت هضم علوفه کاسته می‌شود. از سوی دیگر الیاف قابل حل در محلول خنثی نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام بوده و هر قدر مقدار آن افزایش یابد مصرف ماده خشک به دلیل افزایش میزان ماده سیرکنندگی علوفه، کاهش می‌یابد (پورامیر و همکاران ۲۰۱۰). به‌طور کلی از این نتایج می‌توان چنین استنباط نمود که حضور گیاهی از خانواده بقولات در مخلوط (به دلیل بالاتر بودن میزان پروتئین خام بقولات

افزایش سهم یونجه یکساله در الگوی کشت بیشترین تأثیر را بر کیفیت علوفه داشته است، با کاهش سهم آن درصد پروتئین کاهش معنی‌داری داشته و این نتیجه برای درصد الیاف معکوس بوده است (جدول ۷). مشخص شده میزان خوش‌خوراکی علوفه تولیدی رابطه مستقیمی با درصد پروتئین دارد، زیرا با افزایش تراکم گیاهی، بهره‌برداری از منابع به‌علت افزایش رقابت گیاهان در مخلوط، به شدت کاهش یافته و درصد پروتئین گیاه نیز در اثر رقابت درون گونه‌ای کاهش می‌یابد (بدوساک و جاستس ۲۰۱۱، براتی و همکاران ۲۰۱۵، پلیکانو و همکاران ۲۰۱۵).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین درصد الیاف قابل حل در محلول‌های اسیدی و خنثی در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی در الگوی کشت خالص ذرت با وجین (به‌ترتیب ۶۷/۹۷ و ۷۰/۲۹ درصد) و بدون وجین (به‌ترتیب ۶۷/۹۱ و ۷۰/۲۳ درصد) برای سال اول مشاهده گردید. الیاف قابل حل در محلول اسیدی و خنثی ارتباط مستقیمی با حضور ذرت در تیمارهای مورد بررسی

عملکرد کمی، کیفیت علوفه نیز افزایش خواهد یافت (می‌کیک و همکاران ۲۰۱۵).

نسبت به غلات) علاوه بر افزایش میزان درصد پروتئین خام، به قابلیت هضم علوفه توسط دام نیز کمک می‌نماید (نباتی و همکاران ۲۰۱۶)، زیرا اگر اجزای مخلوط مکمل یکدیگر باشند، جذب عناصر غذایی در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بوده و در نتیجه علاوه بر افزایش

جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال × سطوح آبیاری × الگوی کشت ذرت با یونجه یکساله برای

صفات کیفی علوفه

سال	آبیاری	الگوی مخلوط	الیاف خام (%)	الیاف قابل حل در محلول اسیدی (%)	الیاف قابل حل در محلول خنثی (%)	خاکستر خام (%)	ماده قابل هضم (%)
سال اول	۷۰٪ تیماری	ذرت با وجین	۵۲/۴۶a	۴۶/۷۷a	۷۰/۰۹a	۱۱/۴a	۱۹/۲۱de
		ذرت بدون وجین	۵۳/۶۵a	۴۵/۸۸a	۶۹/۲a	۱۱/۰۸a	۱۹/۲۷de
		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۱/۸۳c	۴۴/۹۶a	۶۷/۲۹ab	۴/۵۲c	۲۰/۷۳d
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۰۸c	۴۴/۶۱a	۶۷/۲۳ab	۵/۰۴c	۲۱/۷۴d
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۴/۱c	۴۳/۲۴ab	۶۶/۵۶b	۵/۳c	۲۲/۲۲cd
	۷۵٪ تیماری	یونجه یکساله با وجین	۴۲/۸۵b	۳۳/۵۸cd	۵۶/۹cd	۸/۹۵b	۲۸/۵b
		یونجه یکساله بدون وجین	۴۳/۱۱b	۳۴/۲۹cd	۵۷/۶۱cd	۹/۱b	۲۸/۵۱b
		ذرت با وجین	۵۱/۶a	۴۶/۹۷a	۷۰/۲۹a	۱۱/۲۸a	۲۰/۵d
		ذرت بدون وجین	۵۱/۰۵a	۴۶/۹۱a	۷۰/۲۳a	۱۱/۱۶a	۲۰/۵۷d
		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۱c	۴۵/۹۶a	۶۹/۲۸a	۴/۵۹c	۲۱/۷d
۸۰٪ تیماری	۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۲/۶c	۴۴/۰۴a	۶۷/۳۱ab	۴/۹۴c	۲۲/۹۷c	
	۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۶۶c	۴۳/۲۵ab	۶۶/۵۷b	۵/۱۷c	۲۳/۹۶bc	
	یونجه یکساله با وجین	۴۲/۲۵b	۳۲/۸۷d	۵۶/۱۹cd	۹/۲۳ab	۲۸/۶۹b	
	یونجه یکساله بدون وجین	۴۲/۶۵b	۳۲/۸۹d	۵۶/۲۲cd	۹/۳۲ab	۲۸/۶۸b	
	ذرت با وجین	۵۲/۲a	۴۵/۹۳a	۶۹/۲۵a	۱۱/۴۶a	۲۱/۸۱d	
۹۰٪ تیماری	ذرت بدون وجین	۵۰/۷۳a	۴۶/۵۴a	۶۹/۸۶a	۱۱/۷۲a	۲۱/۸۳d	
	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۰/۷c	۴۵/۲۱a	۶۷/۵۲ab	۴/۷۷c	۲۲/۸۲c	
	۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۰۶c	۴۴/۲۴a	۶۷/۵۶ab	۵/۰۴c	۲۳/۷۱bc	
	۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۴/۳۶c	۴۱/۳۶b	۴۶/۶۸c	۵/۲۷c	۲۳/۹۱bc	
	یونجه یکساله با وجین	۴۰/۹۵b	۳۲/۶۳d	۵۵/۹۵cd	۹/۳۱ab	۳۳/۰۴a	
۹۵٪ تیماری	یونجه یکساله بدون وجین	۴۱/۶۳b	۴۵/۹۳a	۵۵/۶۱cd	۹/۴۲ab	۳۳/۶۳a	
	ذرت با وجین	۵۱/۷۸a	۴۵/۲a	۶۷/۵۲ab	۱۱/۳۱a	۲۳/۲۳c	
	ذرت بدون وجین	۵۱/۱۳a	۴۴/۹۵a	۶۷/۲۷ab	۱۱/۱۷a	۲۳/۴c	
	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۲/۶۶c	۴۳/۴۶ab	۶۶/۷۸b	۴/۹۵c	۲۳/۸۷bc	
	۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۱۳c	۴۱/۴۵b	۶۴/۷۷b	۵/۰۵c	۲۵/۲۳bc	
سال دوم	۷۰٪ تیماری	۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۸c	۴۰/۵۷b	۶۳/۹b	۵/۲c	۲۷/۶۶b
		یونجه یکساله با وجین	۴۳/۱۳b	۳۴/۸۱cd	۵۸/۱۳c	۹/۴۲ab	۳۴/۷۱a
		یونجه یکساله بدون وجین	۴۲/۲b	۳۴/۵۵cd	۵۷/۸۷cd	۹/۲۲ab	۳۵/۱۷a
		ذرت با وجین	۵۲/۸۵a	۴۶/۱۸a	۶۹/۵a	۱۱/۵۵a	۲۳/۴۱c
		ذرت بدون وجین	۵۲/۴۵a	۴۵/۷۷a	۶۹/۰۹a	۱۱/۴۶a	۲۳/۲۹c
۷۵٪ تیماری	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۱/۹۶c	۴۵/۰۹a	۶۷/۴۱ab	۴/۸c	۲۴/۰۶bc	
	۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۳۶c	۴۴/۱۵a	۶۷/۴۷ab	۵/۱c	۲۵/۵۹bc	
	۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۷۸c	۴۳/۳۸ab	۶۶/۷b	۵/۲c	۲۸/۶۹b	
	یونجه یکساله با وجین	۴۳/۰۳b	۳۶/۲۷c	۵۹/۵۹c	۹/۴ab	۳۵/۷۳a	
	یونجه یکساله بدون وجین	۴۱/۲۲b	۳۶/۱۳c	۵۹/۴۵c	۹/۰۱b	۳۶/۰۲a	
۸۰٪ تیماری	ذرت با وجین	۵۱/۱۸a	۴۶/۴۶a	۶۹/۷۸a	۱۱/۱۸a	۲۴bc	
	ذرت بدون وجین	۵۰/۷۳a	۴۶/۳۸a	۶۹/۷a	۱۱/۰۸a	۲۳/۸۴bc	
	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۲/۷۵c	۴۵/۷۳a	۶۹/۰۴a	۴/۹۷c	۲۵/۱۴bc	

۲۷/۵۴b	۵/۰۵c	۶۷/۰۴ab	۴۵/۱۱a	۲۳/۱۱c	۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین
۲۸/۷۵b	۵/۲۵c	۶۷/۴۲ab	۴۴/۱۱a	۲۴/۰۵c	۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین
۳۵/۹۴a	۹/۱b	۶۰/۴۳c	۳۷/۱۲c	۴۱/۶۵b	یونجه یکساله با وجین
۳۶/۱۳a	۹/۰۹b	۶۰/۳c	۳۰/۰۱d	۴۱/۶b	یونجه یکساله بدون وجین

یونجه یکساله با و بدون وجین علف‌های هرز، در مقایسه با کشت خالص ذرت با و بدون وجین علف‌های هرز در سال اول آزمایش به ترتیب ۱۱/۲۳ و ۱۱/۸ درصد و در سال دوم آزمایش به ترتیب ۱۱/۹۴ و ۱۲/۲۹ درصد اختلاف نشان داد (جدول ۷).

بر اساس مطالعات صالحی و همکاران (۲۰۱۹) کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌ها باعث بهبود کیفیت علوفه آن شد. این موضوع می‌تواند به کاهش درصد الیاف محلول در شوینده خنثی و الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و افزایش درصد پروتئین خام علوفه تریتیکاله در کشت مخلوط با لگوم‌ها مربوط باشد. قابلیت هضم ماده خشک با مقدار الیاف محلول در شوینده خنثی و الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی همبستگی منفی و با مقدار نیتروژن و پروتئین خام همبستگی مثبت دارد. میزان هضم‌پذیری گیاه با قسمت‌های مختلف دیواره سلولی به‌ویژه الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و درصد نیتروژن جذب‌شده ارتباط دارد. در این مطالعه، بیشترین درصد قابلیت هضم ماده خشک در الگوی کشت یونجه یکساله خالص با و بدون وجین علف‌های هرز مشاهده شد. بنابراین علوفه یونجه یکساله نسبت به سایر الگوهای استفاده شده از کیفیت بالاتری برخوردار بود. بالاتر بودن قابلیت هضم ماده خشک در یونجه یکساله نیز با توجه به کمتر بودن الیاف محلول در شوینده خنثی و الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی در این گیاه قابل توجه است (جدول ۷). در این راستا جوانمرد و اسکندری (۲۰۱۵) اظهار داشتند قابلیت هضم ماده خشک ذرت در کشت مخلوط با لگوم‌ها افزایش می‌یابد و بیشترین مقدار آن در مخلوط با گاودانه، ماشک گل‌خوشه‌ای و لوبیا حاصل شد. بنابراین افزایش قابلیت هضم ماده خشک ذرت را به میزان الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی پائین‌تر لگوم‌ها نسبت دادند. بر اساس مطالعه امیری و جعفری‌اشرف (۲۰۱۶) نیز در کشت

در ادامه نتایج صفات کیفی، بیشترین درصد خاکستر در هر دو سال آزمایش، در تیمار کشت خالص ذرت با و بدون وجین و در تیمار آبیاری کامل (۱۱/۷۲ و ۱۱/۴۶ درصد) حاصل شد. از طرفی بین وجین و عدم وجین ذرت خالص در هیچ‌یک از تیمارهای سطوح آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولیکن با افزایش سهم یونجه یکساله در مخلوط، درصد خاکستر کاهش نشان داد. این مقادیر کمتر از هر یک از تیمارهای کشت خالص ذرت و یونجه یکساله بود. حداکثر میزان ماده قابل هضم در تیمار کشت خالص یونجه یکساله بدون و با وجین علف‌های هرز و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی، به ترتیب در سال دوم آزمایش (۳۶/۱۳ و ۳۵/۹۴ درصد) و در سال اول آزمایش (۳۳/۶۳ و ۳۳/۰۴ درصد) ثبت گردید (جدول ۷).

درصد خاکستر علوفه دلالت بر حضور مواد معدنی در بافت‌های گیاهی دارد؛ لذا هرچه مقدار آن بیشتر باشد، مواد معدنی بیشتری در اختیار دام قرار خواهد گرفت و در نهایت ارزش غذایی علوفه برای دام بیشتر خواهد بود. از سویی رابطه مستقیمی بین درصد الیاف خام و درصد خاکستر وجود دارد (مقدم ۲۰۱۷)؛ به نحوی که با افزایش حجم بافت‌های گیاهی انتظار می‌رود درصد الیاف خام و به دنبال آن درصد خاکستر نیز افزایش یابد. پس با حضور ذرت در این آزمایش، میزان خاکستر خام نیز افزایش یافته است. انتظار می‌رود انتخاب توأم گیاهان چهارکربنه (ذرت) با بقولات سه‌کربنه چنین نتایجی را به همراه داشته باشد. گیاهان چهارکربنه جثه بزرگتری دارند و بالتبع سهم بیشتری از منابع را به خود اختصاص می‌دهند (مقدم ۲۰۱۷).

نتایج تبیین کرد ماده قابل هضم ارتباط مستقیمی با حضور یونجه یکساله در مخلوط دارد. این فاکتور ارتباط مستقیمی نیز با تیمار نیاز آبی نشان داد؛ به طوری که میزان آن، در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کشت خالص

تنوع و فراوانی در جدول ۸، ارائه شده است. در این بین بیشترین تراکم مربوط به علف‌های هرز قیاق و تاج‌خروس بود و سهم بیشتری در دو سال آزمایش را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۸).

مخلوط یونجه با سه گونه گراس سردسیری، کمترین مقدار الیاف غیرمحلول در شوینده اسیدی و بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک به گیاه یونجه اختصاص داشت.

ارزیابی علف‌های هرز

بیشترین تراکم و تنوع مربوط به هشت گونه علف‌هرز در محل اجرای آزمایش بود که اسامی آنها بر اساس

جدول ۸- علف‌های هرز رایج در مزرعه تحقیقاتی

نام فارسی	نام علمی	مورفولوژی
قیاق	<i>Sorghum halopense</i> L.	باریک‌برگ
تاج‌خروس ریشه قرمز	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	پهن‌برگ
مرغ	<i>Cynodon dactylon</i> L.	باریک‌برگ
خرفه	<i>Portulaca oleraceaea</i> L.	پهن‌برگ
توق	<i>Xanthium strumarium</i> L.	پهن‌برگ
تاج‌ریزی سیاه	<i>Solanum nigrum</i> L.	پهن‌برگ
علف خرچنگ	<i>Digitaria sanguinalis</i> L.	باریک‌برگ
خاک‌شیر شیرین	<i>Descurainia sophia</i> L.	پهن‌برگ

هرز تأثیر معنی‌داری داشته باشد. این نتایج گویای آن است که پوشش کامل سطح زمین با استفاده از یونجه یکساله در مخلوط با ذرت (به‌عنوان گیاه اصلی) توانسته با سایر گیاهانی که خاستگاه آنها بوده رقابت کند و از رشد و نمو حداکثری آنها ممانعت نماید (مرادی و همکاران ۲۰۱۴). این در حالی است که کشت خالص ذرت و یونجه یکساله در رقابت با علف‌های هرز کارآمد نبوده و علف‌های هرز در این نظام کاشت در مقایسه با کشت از تراکم و زیست‌توده بیشتری برخوردار بوده‌اند. از طرف دیگر وجین یا عدم وجین علف‌های هرز در تیمار کشت خالص ذرت و یونجه یکساله، از نظر آماری تأثیری بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز نداشته است، بر همین اساس الگوی کشت ۱۰۰ ذرت + ۱۰۰ یونجه یکساله در تیمار ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی برای هر دو سال آزمایش کمترین تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز (به‌ترتیب ۱۵ و ۱۶ علف‌هرز در هر مترمربع و ۶۲/۰۵ و ۵۸/۹۶ گرم در مترمربع) یافت شد (جدول ۱۰).

نتایج تجزیه واریانس ارزیابی علف‌های هرز در الگوی کشت ذرت با یونجه یکساله نشان داد اثرات ساده‌ی تنش و الگوی کشت، برهمکنش دوگانه نیازآبی×سال و نیازآبی×الگوی کشت و برهمکنش سه‌گانه نیازآبی×الگوی کشت×سال بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۹).

در این پژوهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که با افزایش درصد نیازآبی تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز نیز افزایش یافت. هر چند که این تفاوت‌ها از نظر آماری در تمامی تیمارها به یک نسبت مشخص، ملاحظه نشد. در مقایسه الگوهای کشت مشخص شد که کمترین تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز مربوط به تیمار ۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بود. بر همین اساس کمترین تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در نیاز آبی ۵۰ درصد و در تیمار ۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله مشاهده شد، زیرا علف‌های هرز در شرایط کمبود رطوبت قابلیت رشد و نمو را دارند. از سویی در الگوی کشت اجرا شده در این پژوهش مشخص گردید که وجود یونجه یکساله در مخلوط توانسته بر کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مرکب ارزیابی علف‌های هرز در
الگوی کشت ذرت با یونجه یکساله تحت تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم علف‌هرز	زیست‌توده علف‌هرز
سال	۱	۱۰/۲۸*	۴۹/۷۴ ^{n.s}
تکرار (سال)	۴	۹/۵۶**	۲۶/۱۸ ^{n.s}
نیازآبی	۲	۱۲۷**	۸۹۵۱/۱**
نیازآبی × سال	۲	۱۱/۱۶**	۲۸۰/۳**
الگوی کشت	۶	۲۳۲۱/۵**	۵۱۶۴۸/۳**
سال × الگوی کشت	۶	۳/۹۷ ^{n.s}	۱۱۹/۶**
نیازآبی × الگوی کشت	۱۲	۱۲/۲۶**	۸۸۲/۵**
سال × نیازآبی	۱۲	۲/۸۵**	۴۵/۰۵**
الگوی کشت × سال	۱۲	۲/۲	۲۰/۱
خطای آزمایش	۸۰		
ضریب تغییرات (%)		۹/۱۵	۵/۹۴

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح کمتر از ۵ و ۱ درصد.

آبیاری، رقابت بر سر آب بیشتر شده است. بیشترین درصد کاهش تراکم علف‌های هرز در تیمار ۱۰۰ واحد ذرت به همراه ۱۰۰ واحد یونجه یکساله و در تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی (۳۱/۸۱ درصد) و بیشترین درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در همین نسبت مخلوط و در تیمار تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی (۴۴/۷۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۱۱). با توجه به رشد پوششی و سطحی یونجه یکساله و ایفای نقش ذرت به عنوان سایه‌انداز یونجه، عملاً فضای کافی در اختیار علف‌های هرز قرار نخواهد گرفت. بنابراین الگوی کشت کامل ذرت و یونجه یکساله می‌تواند نقش به‌سزایی در کنترل زراعی و ارگانیک علف‌های هرز داشته باشد.

در ادامه ارزیابی صفات کیفی مشخص شد رابطه معکوسی بین نسبت یونجه یکساله در مخلوط وجود دارد (جدول ۱۱)، به نحوی که با افزایش سهم یونجه یکساله در مخلوط، تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز نیز به همان نسبت کاهش معنی‌داری داشته است. این رابطه در تیمار کمترین تأمین نیاز آبی نتایج مشهودتری داشته است. در واقع با افزایش درصد تأمین نیاز آبی، رقابت بین گیاهان اصلی (ذرت) و مکمل (یونجه یکساله) با علف‌های هرز به شدت کاهش یافت. بنابراین تیمار دسترسی به آب کافی تأثیری بر رقابت گیاه زراعی و علف‌های هرز نداشت. همچنین در سال دوم آزمایش به دلیل کاهش بارندگی‌ها و وابستگی شدید گیاهان به

جدول ۱۰- نتایج مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سال×سطوح آبیاری×الگوی کشت ذرت با یونجه یکساله برای تراکم و زیست توده علف‌های هرز

سال	آبیاری	الگوی مخلوط	تراکم علف‌هرز (تعداد در مترمربع)	زیست توده علف‌هرز (گرم)
سال اول	۵۰٪ نیاز آبی	ذرت با وجین	۲۲b	۱۱۴/۴bc
		ذرت بدون وجین	۲۱b	۱۰۶/۴۸cd
		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۲b	۹۴/۶۷de
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۱۸c	۷۶/۵f
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۵d	۶۲/۰۵gh
		یونجه یکساله با وجین	۲۴/۵ab	۹۵/۰۴de
	۷۵٪ نیاز آبی	یونجه یکساله بدون وجین	۲۵/۳۳ab	۱۱۰/۲c
		ذرت با وجین	۲۳ab	۱۱۲/۲۳c
		ذرت بدون وجین	۲۴/۶۷ab	۱۱۷/۱۸bc
		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳ab	۱۱۱/۸۸c
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۱۹/۶۷bc	۸۸/۲۲e
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۹/۳۳bc	۶۴/۷g
سال دوم	۱۰۰٪ نیاز آبی	یونجه یکساله با وجین	۲۷a	۱۲۰/۷۶b
		یونجه یکساله بدون وجین	۲۸/۶a	۱۳۶/۹۲a
		ذرت با وجین	۲۶a	۱۳۲/۱۴a
		ذرت بدون وجین	۲۷/۳۳a	۱۳۵/۰۳a
		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳ab	۱۲۸/۵ab
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳/۳۳ab	۱۲۸/۹۶ab
	۵۰٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۸/۶c	۱۰۱/۱۲d
		یونجه یکساله با وجین	۲۴ab	۱۲۲b
		یونجه یکساله بدون وجین	۲۵/۶۱ab	۱۳۵/۷۴a
		ذرت با وجین	۱۹bc	۹۵/۱۷de
		ذرت بدون وجین	۲۱/۶۷b	۹۴/۹de
		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۹bc	۷۸/۲۲f
۷۵٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۱۹c	۶۹/۰۳g	
	۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۶cd	۵۸/۹۶h	
	یونجه یکساله با وجین	۲۱b	۸۴/۱۱ef	
	یونجه یکساله بدون وجین	۲۳ab	۹۹/۹۳d	
	ذرت با وجین	۲۵ab	۱۱۹/۵b	
	ذرت بدون وجین	۲۷a	۱۲۳/۶۶b	
سال سوم	۵۰٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۵ab	۱۱۴bc
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۴ab	۹۱/۲۸e
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۲b	۷۷/۹۶f
		یونجه یکساله با وجین	۲۷a	۱۱۹/۶b
		یونجه یکساله بدون وجین	۲۸a	۱۳۳/۵a
		ذرت با وجین	۲۴ab	۱۱۶/۸bc
	۱۰۰٪ نیاز آبی	ذرت بدون وجین	۲۸a	۱۲۷/۸۳ab
		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۴ab	۱۲۵b
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۳ab	۱۲۱/۹b
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۱b	۱۱۸/۸bc
		یونجه یکساله با وجین	۲۴ab	۱۲۴/۵b
		یونجه یکساله بدون وجین	۲۷a	۱۳۶/۸a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۱۱- تاثیر سطوح آبیاری و الگوی کشت بر درصد کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز

سال	سطح آبیاری	الگوی کشت	تراکم علف‌هرز (no. m ⁻²)	زیست توده علف‌هرز (g)
سال اول	۵۰٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۰	۱۱/۰۹
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۱۸/۱۸	۲۸/۱۵
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۳۱/۸۱	۴۱/۷۲
	۷۵٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۶/۷۶	۴/۵۲
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۲۰/۲۶	۲۴/۷۱
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۱/۶۴	۴۴/۷۸
	۱۰۰٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۵/۸۴	۴/۸۳
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۱۴/۶۳	۴/۵
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۳۱/۹۴	۲۵/۱۱
	سال دوم	۵۰٪ نیاز آبی	۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۲/۳۲
۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین			۱۶/۹۳	۲۷/۲۶
۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین			۲۶/۱۶	۳۷/۸۷
۷۵٪ نیاز آبی		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۷/۴	۷/۸۱
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۱۱/۱۱	۲۶/۱۸
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۸/۵۱	۳۶/۹۵
۱۰۰٪ نیاز آبی		۱۰۰ ذرت+۵۰ یونجه یکساله بدون وجین	۱۴/۲۸	۲/۲۱
		۱۰۰ ذرت+۷۵ یونجه یکساله بدون وجین	۱۷/۸۵	۴/۶۳
		۱۰۰ ذرت+۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین	۲۵	۷/۰۶

تجزیه و تحلیل آزمون همبستگی

با توجه به نتایج ضریب همبستگی پیرسون، بیشترین همبستگی مثبت بین علوفه خشک با علوفه تر، الیاف خام با خاکستر خام، پروتئین خام با کربوهیدرات‌های محلول در آب، الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی با الیاف محلول و زیست‌توده علف‌های هرز با تراکم علف‌های هرز مشاهده شد (**۰/۹۸). علوفه خشک و علوفه تر همبستگی مثبت و معنی‌داری با الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی، الیاف محلول در شوینده خنثی، نسبت برابری زمین و از طرف دیگر همبستگی منفی و معنی‌داری با درصد الیاف خام، کربوهیدرات‌های محلول در آب، خاکستر خام، ماده خشک قابل هضم، درصد پروتئین خام و زیست توده علف‌های هرز نشان دادند (جدول ۱۲).

بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار در الیاف

غیر محلول در شوینده اسیدی و الیاف محلول در شوینده خنثی با کربوهیدرات‌های محلول در آب و درصد پروتئین خام با الیاف محلول در شوینده خنثی (**۰/۹۲-) مشاهده شد. ماده خشک قابل هضم نیز همبستگی منفی با الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی و الیاف محلول در شوینده خنثی نشان داد. درصد پروتئین خام همبستگی مثبتی با الیاف محلول در شوینده خنثی و خاکستر خام و رابطه منفی و معنی‌داری با درصد الیاف خام (**۰/۷۵-) داشت. بر اساس نتایج ارزشی (۲۰۱۱) و صالحی و همکاران (۲۰۱۹)، متغیرهای افزایش کیفیت علوفه (نیترژن، پروتئین خام و مواد معدنی) و متغیرهای کاهش کیفیت علوفه (الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی)؛ بر هضم‌پذیری علوفه

تأثیر دارند. همچنین نتایج نشان داد زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با الیاف خام و خاکستر خام (به ترتیب

تأثیر دارند. همچنین نتایج نشان داد زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با الیاف خام و خاکستر خام (به ترتیب

جدول ۱۲- ضرایب همبستگی پیرسون برای صفات علوفه‌تر و خشک، الیاف خام، کربوهیدرات‌های محلول در آب، الیاف غیر محلول در شوینده اسیدی، الیاف محلول در شوینده خنثی، خاکستر خام، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، نسبت برابری زمین، زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز

کد	صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱	علوفه‌تر												
۲	علوفه خشک	۰/۹۸**											
۳	الیاف خام	-۰/۲*	-۰/۲۱*										
۴	کربوهیدرات محلول	-۰/۴۵**	-۰/۴۷**	۱									
۵	الیاف غیر محلول	۰/۴۱**	۰/۴۳**	-۰/۰۸ ^{n.s}	-۰/۹۲**								
۶	الیاف محلول	۰/۴۱**	۰/۴۳**	-۰/۰۸ ^{n.s}	-۰/۹۲**	۱							
۷	خاکستر خام	-۰/۲*	-۰/۲۱*	۰/۹۸**	۰/۰۴ ^{n.s}	-۰/۰۸ ^{n.s}	۰/۹۸**						
۸	قابلیت هضم	-۰/۴۲**	-۰/۴۴**	۰/۰۴ ^{n.s}	۰/۷۸**	-۰/۰۸ ^{n.s}	-۰/۸۱**	۱					
۹	پروتئین خام	-۰/۴۵**	-۰/۴۷**	-۰/۷۵**	۰/۹۸**	-۰/۹۲**	۰/۰۴ ^{n.s}	۰/۷۸**	۱				
۱۰	نسبت برابری زمین	۰/۶۱**	۰/۵۸**	-۰/۴۶**	-۰/۰۸ ^{n.s}	۰/۱۱ ^{n.s}	۰/۱۲ ^{n.s}	-۰/۴۶**	-۰/۲۱*	۱			
۱۱	زیست توده	-۰/۲۳*	-۰/۲۳*	-۰/۲۳**	۰/۰۸ ^{n.s}	۰/۱۲ ^{n.s}	۰/۱۲ ^{n.s}	-۰/۳۳**	۰/۰۸ ^{n.s}	۰/۰۸ ^{n.s}	۱		
۱۲	تراکم علف‌هرز	-۰/۱۵ ^{n.s}	-۰/۱۶ ^{n.s}	-۰/۳۶**	-۰/۱۱ ^{n.s}	۰/۱۳ ^{n.s}	۰/۱۳ ^{n.s}	-۰/۳۶**	۰/۰۹ ^{n.s}	-۰/۱۱ ^{n.s}	۰/۰۷ ^{n.s}	۰/۹۷**	۱

n.s، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح کمتر از ۵ و ۱ درصد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش تبیین کرد یونجه یکساله بر خوش‌خوراکی و کیفیت علوفه تولیدی در مخلوط تأثیر مثبت داشت. همچنین عملکرد علوفه خشک تیمار ۱۰۰ ذرت + ۱۰۰ یونجه یکساله بدون وجین در قیاس با با کشت خالص ذرت بدون وجین به ترتیب در تیمارهای نیاز آبی ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد افزایش یافت، لذا می‌توان اظهار داشت یونجه یکساله علاوه بر بهبود کیفیت علوفه در مخلوط، نقش مهمی در کنترل علف‌های هرز داشته و هنگامی که از تراکم کامل در مخلوط برخوردار باشد عملکرد کمی علوفه نیز مقادیر قابل توجهی افزایش می‌یابد.

در مجموع، کارآمدترین نظام مخلوط در کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز، تیمار ۱۰۰ ذرت + ۱۰۰ یونجه یکساله و در تیمار ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی بود. همچنین اختلاف عملکرد علوفه خشک دو سطح آبیاری

۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی در الگوی کشت ۱۰۰ ذرت + ۱۰۰ یونجه یکساله طی دو سال آزمایش به ترتیب ۳۴/۹۳ و ۳۷/۲۷ درصد بود. اختلاف عملکرد علوفه خشک در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی ۴۰/۷۴ درصد بود. این نتایج در مقایسه تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با تیمار آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) نیز ۳۴/۹۳ درصد گزارش گردید. بر این مبنی انتظار می‌رود در مناطقی که میزان دسترسی به آب کافی نیست، تیمار تأمین ۷۵ درصد می‌تواند حدود دوسوم نیاز علوفه خشک را تأمین نماید، بدون آنکه در کیفیت علوفه تولیدی کاهش معنی‌داری مشاهده شود. چنانچه در مناطقی دسترسی به آب کافی مقدور نباشد، کشت خالص یونجه یکساله پیشنهاد می‌گردد. در شرایط مذکور با اجرای وجین علف‌های هرز پیش‌بینی می‌شود ۲/۳۴ تن علوفه خشک از هر هکتار برداشت گردد. در این راستا کشت خالص ذرت در شرایط اقلیمی خشک قابل توصیه نیست.

منابع مورد استفاده

- Ahmadvand G and Hajinia S, 2016. Ecological aspects of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Agroecology, 7(4): 485-498. (In Persian).
- AOAC. 2000. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis, 17th ed., Arlington, VA.
- Amiri AK and Ashraf Jafari A, 2016. Effect of mixed and row intercropping on yield and quality traits of alfalfa and three grass species in rain fed areas of Northern Khorasan, Iran. Journal of Rangeland Science, 6(4): 377-387. (In Persian).
- Arzani H, 2011. Quality of forage and the daily requirement of grazing livestock from pasture. Publication of Tehran University. (In Persian).
- Ayneband A, Behrouz M and Afshar AH, 2010. Study of intercropping agroecosystem productivity influenced by different crops and planting ratios. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 7(2): 163-169.
- Barker S and Dennett MD, 2013. Effect of density, cultivar and irrigation on spring sown monocrops and intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and faba beans (*Vicia faba* L.). European Journal of Agronomy, 51:108-116.
- Barati S, Bassiri M, Vahabi MR, Mosaddeghi MR and Tarkesh M, 2015. Yield evaluation of *Medicago sativa* L. and *Bromus tomentellus* Boiss. in mono-cropping and intercropping. Journal of Rangeland, 8(4): 318-327. (In Persian).
- Bedoussac L and Justes E, 2011. A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. Field Crops Research, 124(1): 25-36.
- Bybee-Finley K and Ryan M, 2018. Advancing intercropping research and practices in industrialized agricultural landscapes, Agriculture, 8: 1-24. doi:10.3390/agriculture8060080
- Chapagain T and Riseman A, 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crops Research, 166:18–25.
- Degla PK, Adekambi SA and Adanhossode P, 2016. Drivers of multiple cropping-systems as adaptive Strategy to climate econometric methods. International Journal of Energy Economics and Policy, 5(3): 851-868.
- Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebes PA and Smith F, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Annual Chemistry, 28: 350-356.
- EyshiRezaee A, Rezvani Moghadam P, Khazaei FH and Mohammad Abadi P, 2011. Effect of density and pattern of mixed cultivars of millet and soybean on yield performance and their forage components. Journal of Iranian Crop Researches, 9(1): 50-59. (In Persian).
- Ghalenoee S, Koocheki A, Poryazdi M and Jahan M, 2017. Effect of different treatments on row crop and mixed of sesame and bean Yield and Yield Components. Iranian Journal of Field Crops Research, 15(3): 588-602. (In Persian).
- Javanmard A and Eskandari H, 2015. Investigation of some competition and forage quality indices in different intercropping patterns of maize with vetch, common bean, bitter vetch and berseem clover Journal of Crop Production, 7(3): 89-108. (In Persian)
- Mikic A, Cupina B, Rubiales D, Mihailovic V, Sarunaite L, Fustec J, Antanasovic S, Krstic D, Bedoussac L, Zoric L, Dordevic V, Peric V and Srebric M, 2015. Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. Advances in Agronomy, 130: 337- 419.
- Moradi P, Asghari J, Mohsen Abadi G and Samiezadeh H, 2014. Role of triple intercropping system in weeds control and Naked-Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) yield. Journal of Agricultural Science and sustainable Production, 24 (3): 17-31. (In Persian).

- Nabati M, Gholipoori A and Mostafavi Rad M, 2016. Evaluation of forage yield and some corn traits (mays *Zea L*) under the influence of mixed cultivations with peanut (*Arachis hypogea L.*) and nitrogen levels. *Journal of Agroecology*, 8(1): 70- 81
- Nakhzari Moghadam A, 2017. Effect of nitrogen and row cropping pattern on the quantity and quality of forage and pea and equipotential equity. *Journal of Crops Production*, 10(1): 54-39. (In Persian).
- Ogindo HO, 2003. Comparing the precipitation use efficiency of maize–bean intercropping with sole cropping in a semiarid ecotone. Ph.D. thesis, University of the Free State, Bloemfontein.
- Paudel MN, 2016. Multiple cropping for raising productivity and farm income if small farmers. *Journal of Nepal Agricultural Research Council*, 37-45.
- Pellicano A, Romeo M, Pristeri A, Preiti G and Monti M, 2015. Cereal-pea intercrops to improve sustainability in bioethanol production. *Agronomy for Sustainable Development*, 35: 827–835.
- Poor Amir F, Koocheki A, Nassiri M and Ghorbani R, 2010. Evaluation of yield and yield components in sesame and pea intercropping replacement series. *Iranian Journal of Agricultural Research*, 8(5): 757-747. (In Persian).
- Ryan MR, Crews TE, Culman SW, DeHaan LR, Hayes RC, Jungers JM and Bakker MG, 2018. Managing for multi-functionality in perennial grain crops. *Bio-Science*, 68(4):294-304.
- Salehi Z, Amirnia R, Rezaeichiyaneh I and Behrozyar HK, 2019. Evaluation of yield and some qualitative traits of forage in intercropping of triticale with annual legumes. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(4): 59-76.
- Sanderson MA, Brink G, Stout R and Ruth L, 2013. Grass–legume proportions in forage seed mixtures and effects on herbage yield and weed abundance. *Agronomy Journal*, 105(5):1289-1297. doi:10.2134/agronj2013.0131.
- SAS Institute. 2009. The SAS system for Windows Release 9.2. SAS Institute, Cary NC.
- Sharafi S, Ghassemi S and Gholipoor M, 2006. The effectiveness of yield and some attributes of *Medicago scutellata* Var. Rabinson from sowing date, sowing depth and seeding rate. *Iranian Crop Sciences Congress*, Aug 27-29. University of Tehran. Tehran, Iran. (In Persian).
- Stoltz E and Nadeau E, 2014. Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays L.*) and faba bean (*Vicia faba L.*). *Field Crops Research*, 169:21-29.
- Talukder AR, Rahman J, Nahar L, Rahman MM and Kaiser N, 2015. Mixed cropping onion with different plant population of sweet gourd. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 8(5): 45-50.
- Tsubo M, Mukhala E, Ogindo HO and Walker S, 2003. Productivity of maize–bean intercropping in a semi-arid region of South Africa. *Water SA*, 29: 381–388.
- Tsubo M, Walker S and Ogindo OH, 2005. A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semiarid regions. I. Model development. *Field Crops Research*, 93: 23–33.
- Vrignon-Brenas S, Celette F, Piquet-Pissaloux A, Jeuffroy M and David C, 2016. Early assessment of ecological services provided by forage legumes in relay intercropping. *European Journal of Agronomy*, 75: 89-98.
- Wang L, Gruber S and Claupein W, 2012. Optimizing lentil-based mixed cropping with different companion crops and plant densities in terms of crop yield and weed control, *Science and Business Media*, 1-12.