

Effects of Drought Stress on the Quantitative and Qualitative Forage Yield of low Tannin Varieties of Faba bean (*Vicia faba* L.)

Hamid Esmaili Khanbehbin¹, Mohammad Reza Dadashi², Mohammad Taghi Feyzbakhsh³ ,
Fatemeh Sheikh³, Ali Nakhzari Moghadam⁴

Received: October 12, 2023

Accepted: March 15, 2024

1- PhD Student, Agrotechnology, Physiology of Agricultural Plants, Department of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Gorgan, Iran.

2- Assoc. Prof. and Assoc. Prof., Respectively, Dept. of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Gorgan, Iran.

3- Assoc. Prof., Crop and Horticultural Science Research Dept., Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Gorgan, Iran.

4- Assoc. Prof., Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

*Corresponding Author: Email: feyz_54@yahoo.com

Abstract

Background and Objectives: Forage production from autumn legumes is considered as a solution to adapt to drought and climate change. Tannin is considered one of the most important anti-nutritional factors in beans. Low tannin cultivars of beans are important in food security, human consumption, animal feed and poultry feed. This study was conducted in order to evaluate the quantitative and qualitative performance of forage of low-tannin varieties of broad beans in autumn cultivation.

Materials and Methods: This experiment was carried out as a randomized complete block design with 3 replications during 2023. In this study, 9 low tannin lines of Faba bean and two control cultivars Mehta (low tannin) and Shadan (high tannin) were compared and evaluated in two environments of drought stress and normal irrigation in terms of quantity and quality of forage.

Results: The results of composite variance analysis in two separate environments (ideal irrigation environment and stress environment) showed that the interaction effect of cultivar × drought stress on the traits of number of branches, number of pods, more forage yield, dry forage yield, more pod weight at the level of 1% and on the traits of insoluble fiber in Neutral detergent (NDF and phosphorus) was significant at 5% level. The comparison of the average interaction effects of drought stress and variety showed that in optimal irrigation (without stress) genotypes WRB1-3, FLIP03-07FB, BPL4104 and variety shadan had the highest forage yield with 37410, 36670, 36330, 35720 kg per hectare, respectively. had the Genotype WRB1-3 had more forage yield than Mahta control 8730 kg/ha and Shadan control 1690 kg/ha. Genotype WRB1-3 had more forage yield than Mahta control 8730 kg/ha and Shadan control 1690 kg/ha. FLIP03-07FB genotype, shadan cultivar and WRB1-3 genotype had the highest dry forage yield of 5220, 5063 and 4925 kg/ha, and the dry forage yield of FLIP03-07FB genotype was 1216 kg/ha more than the Mahta control. Also, in the conditions of drought stress, genotypes BPL4104, WRB1-5 and cultivar Shadan are the most forage at the amount of 22330, 20890 and 20670 kg per hectare and genotype S2008,034 and cultivars Mahta and Shadan at the amount of 3209, 2900 and 2890 kg per hectare respectively. They had hectares of dry forage. BPL4104 genotypes had more forage yield than Mahta control 2330 kg/ha and Shadan control 1660 kg/ha. In optimal irrigation (without stress), FLIP03-07FB genotype had more pods and pod weight, Shadan variety had more phosphorus and insoluble fiber in acid detergent (NDF), and Mahta variety had the highest phosphorus percentage. In the drought stress environment, genotype BPL4104 had the highest number of pods and percentage of phosphorus, genotype WRB1-5 had the highest number of branches, and genotype S2008,033 had the highest amount of insoluble fiber in the neutral detergent (NDF).

Conclusion: According to the results, it can be stated that drought stress after the flowering stage caused a decrease in the yield of fresh and dry forage and an increase in ADF, CF, and NDF values in all cultivars. FLIP03-07FB genotype had higher performance than other genotypes in both environments, so after evaluating its performance in compatibility tests and obtaining favorable results, its cultivation can be recommended.

Keywords: Dry Forage, Irrigation, Protein, Stress, *Vicia faba* L, Wet Forage



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright@ 2025 Mohammad Taghi Feyzbakhsh Email: feyz_54@yahoo.com

<https://doi.org/10.22034/saps.2024.58810.3130>



اثرات تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی علوفه ارقام کم تانن باقلا

حمید اسمعیلی خان به بین^۱، محمد رضا داداشی^۲، محمد تقی فیض بخش^{۳*} , فاطمه شیخ^۳، علی نخزری مقدم^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵
--------------------------	-------------------------

۱- دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی (فیزیولوژی گیاهان زراعی)، گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

۲- دانشیار گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

۳- دانشیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۴- دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه گنبد، گنبد، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: feyz_54@yahoo.com

چکیده

مقدمه و اهداف: تولید علوفه از لگوم‌های پاییزه به عنوان راهکاری جهت سازگاری با خشکسالی و تغییرات اقلیمی مطرح می‌باشد. تانن یکی از مهمترین فاکتورهای ضد تغذیه‌ای در باقلا محسوب می‌شود. ارقام کم تانن باقلا در امنیت غذایی، مصرف انسان، خوراک دام و جیره طیورحایز اهمیت هستند. این مطالعه به منظور ارزیابی عملکرد کمی و کیفی علوفه ارقام کم تانن باقلا در کشت پاییزه انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد. در این بررسی ۹ لاین کم تانن باقلا به همراه دو رقم شاهد مهتا (کم تانن) و شادان (دارای تانن) در دو محیط تنش خشکی (بعد از گلدهی) و آبیاری نرمال مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس مرکب در دو محیط مجزا (محیط آبیاری مطلوب و محیط تنش) نشان داد که اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر صفات تعداد شاخه، تعداد غلاف، عملکرد علوفه‌تر، عملکرد علوفه خشک، وزن تر غلاف در سطح یک درصد و بر صفات فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و فسفر در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی × رقم نشان داد در آبیاری مطلوب (بدون تنش) ژنوتیپ‌های WRB1-3، FLIP03-07FB، BPL4104 و رقم shadan به ترتیب با ۳۷۴۱۰، ۳۶۶۷۰، ۳۶۳۳۰ و ۳۵۷۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد علوفه‌تر را داشتند. ژنوتیپ WRB1-3 نسبت به شاهد Mahta ۸۷۳۰ کیلوگرم در هکتار و نسبت به شاهد Shadan ۱۶۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد علوفه‌تر بیشتری داشت. ژنوتیپ FLIP03-07FB، رقم shadan و ژنوتیپ WRB1-3 به میزان ۵۲۲۰، ۵۰۶۳ و ۴۹۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین علوفه خشک را داشتند و عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ FLIP03-07FB نسبت به شاهد Mahta ۱۲۱۶ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود. همچنین در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های WRB1-5، BPL4104 و رقم Shadan به مقدار ۲۲۳۳۰، ۲۰۸۹۰ و ۲۰۶۷۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین علوفه‌تر و ژنوتیپ S2008,034 و ارقام Mahta و Shadan به ترتیب به مقدار ۳۲۰۹، ۲۹۰۰ و ۲۸۹۰ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک را دارا بودند. ژنوتیپ‌های BPL4104 نسبت به شاهد Mahta ۲۳۳۰ کیلوگرم در هکتار و نسبت به شاهد Shadan ۱۶۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد علوفه‌تر بیشتری داشت. در آبیاری مطلوب (بدون تنش) ژنوتیپ FLIP03-07FB تعداد غلاف و وزن تر غلاف بیشتر و رقم Shadan درصد فسفر و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (NDF) بیشتر و رقم Mahta بیشترین درصد فسفر را دارا بودند. در محیط تنش خشکی

ژنوتیپ BPL4104 بیشترین تعداد غلاف و درصد فسفر، ژنوتیپ WRB1-5 بیشترین تعداد شاخه و ژنوتیپ S2008,033 بیشترین فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF) را دارا بودند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج می‌توان بیان نمود که تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی باعث کاهش عملکرد علوفه‌تر و خشک و افزایش مقادیر ADF، CF و NDF در همه ارقام گردید. ژنوتیپ FLIP03-07FB در هر دو محیط عملکرد بالاتری را نسبت سایر ژنوتیپ‌ها داشت. بنابراین پس از ارزیابی عملکرد آن در آزمایشات سازگاری و حصول نتایج مطلوب می‌توان کشت آن را توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: باقلا، آبیاری، تنش، علوفه تر، علوفه خشک، پروتئین، فسفر

مقدمه

با توجه به اینکه دانه باقلا، منبع به نسبت غنی از نشاسته می‌باشد. اما یکی از مشکلات ارقام مرسوم باقلا، وجود عوامل ضد تغذیه‌ای است. تانن یکی از مهمترین فاکتورهای ضد تغذیه‌ای در باقلا محسوب می‌شود. تانن‌ها به‌عنوان بازدارنده‌های آنزیمی، از طریق تشکیل کمپلکس تانن-آنزیم (با آنزیم‌های هضمی مثل تریپسین، آلفا آمیلاز و لیپاز) منجر به کاهش هضم می‌شوند. همچنین تانن‌ها از طریق باند شدن با کلسیم، فسفر، سدیم، منیزیم، آهن و پتاسیم، سبب اختلال در دسترسی و جذب مواد معدنی می‌شوند (سوبوت بلیک و همکاران ۲۰۱۶؛ ویلارینو و همکاران ۲۰۰۹).

در ایران تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای در مقایسه با سایر گیاهان چندان مورد توجه قرار نگرفته است. به‌علت عدم توجه به افزایش کمی و کیفی گیاهان علوفه‌ای، همواره کمبود مواد پروتئینی احساس می‌شود؛ بنابراین با توجه به نیاز روز افزون کشور به تأمین غذا و فرآورده‌های دامی و با عنایت به کمبود علوفه و کمبود آب در فصل تابستان، تولیدکنندگان باید به فکر تهیه علوفه پائیزه باشند (قربانی و فیض بخش، ۲۰۲۴؛ صابری ۲۰۱۸؛ جوانمرد و همکاران ۲۰۱۵).

به‌منظور افزایش کیفیت، علوفه باید دارای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (سلولز و لیگنین) و الیاف نامحلول در شوینده غیر اسیدی (همی‌سلولز) کمتر و پروتئین خام بیشتری باشد (پیری و همکاران ۲۰۱۸ و استولتز و نادو ۲۰۱۴ و لیتهورجیدیس و همکاران

باقلا (*Vicia faba* L.) دارای ارزش غذایی بالایی است و در تناوب، الگوی کشت و سبب غذایی خانوار جایگاه ویژه‌ای دارد (شیخ و فیض بخش ۲۰۱۹) و در حفظ پایداری نظام‌های کشاورزی و تثبیت نیتروژن جوی از طریق همزیستی بسیار کارآمد می‌باشد (تادل ۲۰۱۹ و کارکانیس و همکاران ۲۰۱۸). سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۳۰۰۰ هکتار و در استان گلستان ۵۰۰۰ هکتار است. میانگین عملکرد غلاف سبز باقلا در شرایط آبی و دیم به ترتیب برابر ۱۰۳۰۸ و ۸۳۸۵ کیلوگرم در هکتار است (شیخ و فیض بخش ۲۰۱۹).

فیض‌بخش (۲۰۲۰) طی آزمایشی که بر روی (باقلا، خلر و ماشک) انجام دادند دریافتند که باقلای علوفه‌ای دارای عملکرد علوفه و کیفیت بالاتری نسبت به خلر و ماشک است و استفاده بیشتر از آن در تغذیه دام توصیه می‌شود علاوه بر این به دلیل ایستاد بودن در زمان برداشت گیاه و امکان استفاده از دستگاه چابر و سیلوی آن نسبت به گیاه خلر و ماشک، برتری دارد. معمولاً میزان بارش در طی فصل پاییز و زمستان در مناطق شمالی کشور از جمله گرگان مناسب بوده و تأمین کننده رطوبت کافی جهت رشد و نمو می‌باشد ولی در فصل بهار معمولاً با کمبود بارش مواجه بوده و نوع تنش خشکی آخر فصل می‌باشد.

هدف شناسایی لاین یا رقم مناسب باقلا تحت تنش خشکی در شرایط آب و هوایی گرگان انجام شد.

مواد روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی محله) در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ اجرا شد. در این بررسی ۹ لاین کم تانن باقلا به همراه دو رقم شاهد مهتا (کم تانن) و شادان (دارای تانن) در دو محیط مجزا، تنش خشکی (قطع آبیاری بعد از مرحله گلدهی) و آبیاری مطلوب به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار از نظر کمی و کیفی علوفه مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند. لاین‌های مورد بررسی در این آزمایش از لاین‌های برتر آزمایشات مقدماتی باقلا در مرکز تحقیقات آموزش، کشاورزی و منابع طبیعی گلستان انتخاب و در تاریخ (۲۵ آبان) کشت شد. هر واحد آزمایشی در چهار خط به فاصله ۶۰ سانتی‌متر به طول ۶ متر و فاصله بوته روی ردیف ۸ سانتی‌متر بود. در محیط نرمال (بدون تنش) در زمان لازم بر اساس شرایط آب و هوایی و نیاز آبی گیاه (کاشت، قبل از گلدهی، آغاز گلدهی و پر شدن دانه) آبیاری انجام شد تا گیاه با تنش خشکی مواجه نشود ولی در محیط تنش خشکی از مرحله شروع گلدهی (فروردین) تا پایان فصل رشد هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد. اطراف محیط تنش خشکی داربست چوبی تعبیه شد و با توجه به پیش‌بینی هواشناسی بلافاصله قبل از بارندگی نایلون روی داربست کشیده شد تا آب باران وارد محیط تنش خشکی نشود. کود پایه بر اساس آزمون خاک شامل سوپر فسفات تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کود اوره (به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کاشت (۲۵ آبان) به خاک اضافه شد (جدول ۱).

قبل از اجرای آزمایش به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، از عمق ۰-۶۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها در آزمایشگاه خاک وابسته به مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان گلستان تجزیه گردید (جدول ۱). براساس نتایج این آزمون، نوع بافت خاک سیلتی کلی لوم بود.

۲۰۰۶ و کولمن و مور ۲۰۰۳ و آسفا و لیدین (۲۰۰۱). کشت باقلای علوفه‌ای در استان گلستان، زیست توده قابل قبولی تولید می‌کند و از این رو کشت آن برای تولید علوفه در استان توصیه می‌شود (فیض بخش ۲۰۲۰). محققان بیان نمودند که عملکرد حبوبات به اجزای عملکرد آن از قبیل تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه بستگی دارد (باکری و همکاران ۲۰۱۱ و نخزری و همکاران ۲۰۱۳). آبیاری بر تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در سطح یک درصد و بر عملکرد ماده خشک دانه سویا در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (موسوی و همکاران ۲۰۱۴).

بررسی دو ساله عملکرد کمی و کیفی لگوم‌های علوفه‌ای یک ساله در کشت پائیزه در استانهای مازندران، گلستان، و لرستان نشان داد که بیشترین ماده خشک قابل هضم برای باقلا رقم مهتا و کمترین میزان فیبر نامحلول در شوینده اسیدی و شوینده خنثی برای ارقام برکت، فیض، شادان و مهتا باقلا بود (قطبی و همکاران ۲۰۲۱ و علیزاده ۲۰۱۹). آب به دلیل وظایف حیاتی و نقش بسیار مهمی که در رشد و نمو گیاه بر عهده دارد، مهم‌ترین عامل محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی می باشد (مرتضوی و همکاران ۲۰۱۶). آب و هوای مرطوب برای رشد باقلا مناسب و مهم‌ترین مرحله برای آبیاری در این گیاه هنگام گلدهی و اواسط غلاف‌بندی است (بشاق و همکاران ۲۰۱۸).

تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ و تسریع پیری برگ، تولید ماده خشک، عملکرد و اجزای عملکرد را کاهش می‌دهد (ویندروسکولو و همکاران ۲۰۰۷). تنش خشکی با تأثیر روی فتوسنتز گیاه باعث کاهش عملکرد شد (نخزری مقدم و همکاران ۲۰۱۹). تنش در مرحله گلدهی نخود و سویا سبب کاهش وزن دانه، تعداد دانه، تعداد غلاف، ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های جانبی شد اما درصد پروتئین افزایش می‌یابد (نواب پور و همکاران ۲۰۱۶ و امیری و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به مطالب یاد شده و افزایش خشکسالی و تقاضای رو به رشد برای علوفه در سال‌های اخیر و نتایج و تجربیات به دست آمده در پژوهش‌های انجام شده در استان گلستان و دیگر مناطق کشور، پژوهش حاضر با

جدول ۱- میانگین مشخصات نمونه خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۶۰-۰ سانتی متر)

مشخصات خاک	عمق نمونه برداری ۶۰-۰ سانتی متر
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۱/۳۵
اسیدیته	۷/۳
کربن آلی (درصد)	۱/۰۶
نیترژن کل (درصد)	۰/۱۱
فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۵/۱۳
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲۲۰
درصد رس	۳۰/۶
درصد سیلت	۵۲/۶
درصد شن	۱۶/۶
بافت خاک	سیلتی کلی لوم

جدول ۲- شجره ارقام و لاین‌های مورد بررسی

شماره لاین	شجره
۱	S2008-96
۲	ILB1266*ZV1269-1509-39
۳	S2008-034
۴	BPL4104
۵	WRB1-3
۶	S2009-167
۷	• S2008-033
۸	FLIP03-07FB
۹	WRB1-5
۱۰	Mahta
۱۱	Shadan

از زمان کاشت تا برداشت ضمن عملیات زراعی، یادداشت برداری‌های لازم (ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد غلاف، وزن تر غلاف، وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک غلاف، وزن خشک ساقه و برگ درصد پروتئین، ADF، NDF، CF، کلسیم و فسفر) در مراحل مختلف رشد و نمو انجام شد. عملیات زراعی کاشت، کنترل علف هرز و آفات در همه تیمارها یکسان انجام شد. زمان برداشت (اردیبهشت ماه) باقلا علوفه‌ای در مرحله خمیری نرم دانه (مرحله R8) بود. در مرحله برداشت دو ردیف حاشیه و یک متر از ابتدا و انتها دو ردیف وسط حذف و عملکرد علوفه‌تر تعیین شد و همچنین در

این مرحله ۱۰ بوته به‌عنوان نمونه انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته اندازه‌گیری شدند. در مرحله برداشت ۵ بوته از هر کرت بصورت تصادفی انتخاب گردید و وزن تر برگ، ساقه و غلاف جداگانه ثبت گردید سپس همین نمونه‌ها به آون منتقل گردید و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و درصد ماده خشک همه اندام‌ها جداگانه ثبت گردید سپس همین نمونه به آزمایشگاه سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور در کرج ارسال و با دستگاه NIR درصد پروتئین، درصد لیاف خام، درصد لیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)

و درصد الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) اندازه‌گیری شد. تکنولوژی NIR بر اساس جذب و انعکاس اشعه مادون قرمز در طول موج های بین ۷۰۰-۲۵۰۰ نانومتر استوار است. در این روش اشعه بر جسم تابانده می‌شود و انرژی منعکس شده (R) از نمونه بر اساس LogL/R اندازه‌گیری می‌شود و بر اساس برازش معادلات خطی رگرسیونی چند متغیره بین انرژی‌های منعکس شده از جسم و داده‌های

شیمیایی دستگاه کالیبره می‌شود (جعفری و همکاران ۲۰۰۳). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.1 انجام و مقایسه میانگین به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام و ترسیم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

جدول ۳- میانگین دمای ماهانه حداقل، حداکثر و مجموع بارندگی در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مقایسه با آمار ۲۰ ساله در گرگان (منبع: اداره کل هواشناسی استان گلستان- ایستگاه هواشناسی گرگان).

ماه	مجموع بارندگی (mm)	میانگین	میانگین حداکثر دما (°C)	میانگین حداقل دما (°C)
	۱۴۰۱-۱۴۰۲	۲۰ ساله	۱۴۰۱-۱۴۰۲	۲۰ ساله
آبان	۸۸/۳	۵۴/۵	۲۱/۵	۲۰/۸
آذر	۵۷/۳	۵۱/۴	۱۶/۱	۱۵/۲
دی	۲۱/۰	۴۵/۵	۱۲/۹	۱۱/۴
بهمن	۵۳/۱	۵۰/۹	۱۲/۷	۱۲/۴
اسفند	۱۸/۲	۵۶/۱	۲۰/۷	۱۴/۵
فروردین	۵۹/۲	۴۶/۸	۲۲/۶	۱۸/۸
اردیبهشت	۸۷/۳	۵۱/۶	۲۷/۱	۲۴/۴
خرداد	۶۳/۶	۲۲/۲	۲۴/۴	۳۰/۲
مجموع	۴۴۸	۳۷۹	-	-

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر ارتفاع بوته در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود و اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۴). مقایسه میانگین ارتفاع بوته در ارقام مورد بررسی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۹۵/۷ سانتی‌متر) از ژنوتیپ BPL4104 و کمترین ارتفاع بوته (۷۰/۳ سانتی‌متر) از ژنوتیپ S2008-96 به دست آمد و ژنوتیپ BPL4104 با ژنوتیپ WRB1-3 و ارقام مهتا و شادان تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶). نتایج آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته تحت تاثیر اثر متقابل آبیاری × رقم قرار نگرفت، ولی کاهش ارتفاع بوته در همه ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید. این احتمال وجود دارد

که بوته حداکثر ارتفاع خود را تا قبل از گلدهی انجام داده و بعد از گلدهی آبیاری تاثیر چندانی بر ارتفاع گیاه نداشته است. اشراقی نژاد و همکاران (۲۰۲۱) و مبینی و همکاران (۲۰۱۶) و سیدیکیو و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند تنش خشکی سبب کاهش و آبیاری سبب افزایش ارتفاع بوته شد. در واقع دلیل کاهش ارتفاع بوته به سبب کاهش پتانسیل آب بافت مریستمی در طول روز که موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول‌ها می‌باشد. بهروزی و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که تنش خشکی به سبب تقلیل بیشتر آماس سلولی، کاهش در بزرگ شدن سلول‌ها، کاهش تقسیم سلولی و کاهش فتوسنتز در نهایت سبب کاهش ارتفاع گیاه شد.

جدول ۴- میانگین مربعات تاثیر محیط آبیاری نرمال، محیط تنش خشکی و رقم بر صفات مورد بررسی.

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه	تعداد غلاف	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	وزن تر غلاف
تکرار	۲	۶۹/۷۸ ^{ns}	۰/۰۸۴ ^{ns}	۱۷/۵۵ ^{ns}	۴۰۱۷۶۴۱ ^{ns}	۳۰۴۵۷۰۱ ^{ns}	۲۵۰۹۱۲۷/۳۶۶ ^{ns}
تنش	۱	۴۷۵۸ ^{ns}	۲۰/۳*	۸/۲۸*	۳۰۷۱۹۲۸۸۶۰**	۳۱۰۴۶۶۱۹۰۴**	۵۳۶۵۱۰۸۸۲/۶۲۱*
خطای ۱	۲	۱۰۸۱	۰/۸۷۵	۱۸/۵	۱۸۴۵۲۲۷۹	۴۳۵۳۷۷۵	۷۹۱۶۵۳۲/۷۱۵
رقم	۱۰	۲۵۶**	۰/۳۹ ^{ns}	۵۷/۱۶**	۵۲۸۱۱۰۰۹**	۱۴۳۸۶۴۷۴**	۱۴۵۸۶۵۲۸/۳۵۷**
تنش خشکی × رقم	۱۰	۵۴/۸۲ ^{ns}	۰/۷۱۵**	۹/۰۷۲**	۳۱۵۱۳۹۲۰**	۱۲۴۵۴۷۴۹**	۵۹۹۷۰۹۵/۹۴۸**
خطای ۲	۴۰	۳۸/۵۵	۰/۲۵۲	۲/۸۵۲	۷۳۶۸۰۲۴	۲۵۰۵۴۶۶	۲۰۵۳۸۵۳/۰۸۲
ضریب تغییرات (%)		۷/۲۸	۱۴/۹۹	۱۷/۱۶	۱۰/۸۶	۱۳/۹۸	۱۵/۴

* ns, ** به ترتیب معنی دار در سطح پنج، یک درصد و غیر معنی دار است.

جدول ۵- میانگین مربعات تاثیر محیط آبیاری نرمال، محیط تنش خشکی و رقم بر صفات کیفی علوفه (درصد پروتئین، ADF ; NDF ; CF، کلسیم و فسفر).

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد پروتئین	ADF	فیبر CF خام	NDF	کلسیم	فسفر
تکرار	۲	۱/۶۹۱ ^{ns}	۲۱/۷۰۴**	۷/۶۲۶ ^{ns}	۰/۹۶۸ ^{ns}	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
تنش خشکی	۱	۱۶/۱۰۲ ^{ns}	۲۱/۳۰۷**	۶۱/۲۸۷ ^{ns}	۱۸۳**	۰/۵۸۲ ^{ns}	۰/۰۰۴**
خطای ۱	۲	۲۷/۸۳۴	۰/۱۵۹	۴/۹۹۱	۴/۸۸۴	۰/۰۸۲	۰/۰۰۱
رقم	۱۰	۷/۲۲۷**	۱۱۳/۶۲۵**	۲۵/۰۵۷**	۱۳۰/۱۹۴**	۰/۰۶۸**	۰/۰۶۴**
تنش خشکی × رقم	۱۰	۰/۶۱۲ ^{ns}	۳/۵۲۴ ^{ns}	۳/۷۹۳ ^{ns}	۱۶/۵۹۶*	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۲*
خطای ۲	۴۰	۰/۶۳۲	۷/۱۵۲	۲/۹۶۷	۷/۳۵۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱
تغییرات ضریب (CV)		۵/۵۴	۱۰/۵۵	۶/۳۲	۸/۵۹	۷/۹	۹/۰۶۴

* ns, ** به ترتیب معنی دار در سطح پنج، یک درصد و غیر معنی دار است.

تعداد شاخه:

نتایج تجزیه واریانس صفت تعداد شاخه تحت تاثیر اثر متقابل تنش خشکی × رقم در سطح یک درصد معنی دار و اثر تنش خشکی بر تعداد شاخه در سطح پنج درصد آماری معنی دار بود. اثر رقم بر تعداد شاخه معنی دار نبود (جدول ۴). اثر متقابل تنش خشکی × رقم

در محیط آبیاری مطلوب (بدون تنش) نشان داد که ژنوتیپ WRB1-3 بیشترین تعداد شاخه (۴/۸۶) و ژنوتیپهای BPL4104 و FLIP03-07FB به ترتیب با ۴/۵۶ و ۴/۳۳ در مرتبه بعدی و در یک گروه آماری قرار گرفتند. اثر متقابل تنش خشکی × رقم نشان داد که در محیط تنش خشکی ژنوتیپ WRB1-5 تعداد شاخه

بیشتر (۳/۳) و ژنوتیپ ILB1266*ZV1269-1509-39 تعداد شاخه کمتر (۲/۴۳) را به خود اختصاص داد (جدول ۷).

در این آزمایش تعداد شاخه در محیط مطلوب آبیاری بیشتر بود از دلایل این موضوع، تامین رطوبت خاک در طی رشد باعث شد گیاه با تنش خشکی مواجه نشده و رشد رویشی و در نتیجه تعداد شاخه افزایش یافت.

جمالی و همکاران (۲۰۲۰) و حسنوند و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که آبیاری به سبب تغییر رطوبت خاک و همچنین طول دوره رشد احتمالاً بر مقدار جذب عناصر غذایی توسط گیاه اثر گذاشته و سبب افزایش و تنش سبب کاهش تعداد شاخه جانبی شد. محققین دلیل کاهش معنی‌دار تعداد شاخه در بوته را به اختلال در فتوسنتز به واسطه کمبود آب و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد و در نهایت عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر تعداد شاخه در بوته نسبت دادند (استانبولگو و همکاران ۲۰۱۰). ضیایی و همکاران (۲۰۱۶) نیز دریافتند که تعداد شاخه جانبی تحت تاثیر اثر متقابل آبیاری × رقم معنی‌دار بود و آبیاری سبب افزایش و تنش خشکی سبب کاهش تعداد شاخه جانبی شد. همچنین تنش خشکی در اثر کاهش طول دوره رشد رویشی سبب کاهش تعداد شاخه و طول شاخه جانبی شد (نواب پور و همکاران ۲۰۱۶).

تعداد غلاف:

نتایج میانگین مربعات (تجزیه واریانس) اثر رقم و اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر صفت تعداد غلاف در سطح یک درصد آماری معنی‌دار و اثر تنش خشکی بر تعداد غلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی × رقم نشان داد که بیشترین تعداد غلاف (۱۷/۲۰) در محیط نرمال مربوط به ژنوتیپ FLIP03-07FB و کمترین تعداد غلاف (۱۱/۵۳) متعلق به ژنوتیپ ILB1266*ZV1269-1509-39 بود (جدول ۷). به نظر می‌رسد ژنوتیپ FLIP03-07FB نسبت به ارقام

دیگر در شرایط آبیاری تعداد غلاف بیشتری تولید کرده و ریزش غلاف‌ها نیز در این ژنوتیپ کمتر بوده است. در محیط تنش خشکی بیشترین غلاف (۷/۳۳) متعلق به ژنوتیپ BPL4104 بود و ژنوتیپ‌های WRB1-FLIP03-07FB و رقم Shadan در مرتبه بعدی قرار داشتند. افزایش تعداد غلاف در اثر آبیاری بین ارقام مختلف باقلا معنی‌دار بود و آبیاری سبب افزایش تعداد غلاف و وقوع تنش خشکی در اوایل نمو زایشی سبب کاهش تعداد غلاف گردید (معماری و همکاران ۲۰۲۱ و ضیایی و همکاران ۲۰۱۶). کاهش تعداد غلاف در اثر تنش خشکی به واسطه تاثیر بر سنتز و توزیع مواد فتوسنتزی اتفاق می‌افتد. تنش سبب ریزش گل، غلاف و کاهش گل‌های بارور شد و در این حالت تعداد غلاف کاهش یافت (قاعدی و همکاران ۲۰۲۰). احتمال داده می‌شود در محیط تنش به دلیل ریزش (گل، غلاف و کاهش باروری گل‌ها) سبب کاهش تعداد غلاف در آزمایش شد که با نتایج آزمایش قاعدی و همکاران (۲۰۲۰) هماهنگی دارد.

تنش خشکی در مرحله گل‌دهی بیشترین کاهش تعداد غلاف را نشان داد و در مرحله رشد غلاف نیز، تعداد غلاف‌ها را تحت تأثیر قرار داد. تنش خشکی به سبب کاهش طول دوره رشد رویشی و ورود سریع به مرحله زایشی منجر به کاهش تعداد غلاف شد (رضایی چیاپانه و همکاران ۲۰۱۶). مهمترین مرحله برای آبیاری گیاه، مرحله گلدهی و اواسط غلاف‌بندی می‌باشد (بشاق و همکاران ۲۰۱۸).

عملکرد علوفه تر:

تجزیه واریانس اثر تنش خشکی، رقم و اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر صفت عملکرد علوفه‌تر در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی × رقم نشان داد که عملکرد علوفه‌تر بیشتر (۳۷۴۱۰ کیلوگرم در هکتار) در محیط نرمال (آبیاری مطلوب) مربوط به ژنوتیپ WRB1-3 بود. ژنوتیپ BPL4104 و رقم شادان به ترتیب با مقدار ۳۶۳۳۰ و ۲۵۷۲۰ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی بیشترین عملکرد علوفه‌تر و در یک گروه آماری

عملکرد علوفه خشک:

تجزیه واریانس اثر تنش خشکی، رقم و اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر صفت عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی × رقم نشان داد که در محیط نرمال (آبیاری مطلوب) عملکرد علوفه خشک بیشتر (۵۲۲۰ کیلوگرم در هکتار) از ژنوتیپ-FLIP03 07FB به دست آمد و رقم شادان و ژنوتیپ WRB1-3 به ترتیب با ۵۰۶۳ و ۴۹۲۵ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی و در یک گروه آماری قرار داشتند و عملکرد علوفه خشک کمتر (۳۶۰۱ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ S2008-033 بود. همچنین مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی × رقم در محیط تنش خشکی نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک (۳۲۰۹ کیلوگرم در هکتار) از ژنوتیپ S2008-034 بود و ارقام مهتا و شادان و ژنوتیپ BPL4104 به ترتیب با ۲۹۰۰، ۲۸۹۸ و ۲۸۲۴ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی و در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین میزان علوفه خشک در محیط تنش خشکی (۱۹۰۷ کیلوگرم در هکتار) از ژنوتیپ S2009-167 به دست آمد (جدول ۷). تنش خشکی سبب می‌شود فشار تورژسانس در سلول‌ها کاهش و آب کمتری در سلول باقی بماند و در نتیجه باعث کاهش حجم سلول و در نتیجه کاهش عملکرد علوفه خشک می‌شود (اشراقی نژاد و همکاران ۲۰۲۱). ویندروسکولو و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند با شروع گرما در انتهای فصل رشد و با توجه به تأثیر آن بر رشد باقلا، کلیه مراحل رشدی کاهش و این کاهش مراحل رشدی منجر به کاهش صفات عملکرد و اجزای عملکرد و در نتیجه سبب کاهش عملکرد علوفه خشک شد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. آبیاری سبب افزایش غلاف و افزایش تعداد دانه شد و وقوع تنش خشکی در اوایل نمو زایشی سبب ریزش گل و غلاف در نتیجه عملکرد علوفه خشک نیز کاهش یافت (دانشیان و همکاران ۲۰۰۸). کریمی و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که اثر آبیاری بر وزن علوفه خشک معنی‌دار بود و سبب

قرار داشتند. کمترین عملکرد علوفه‌تر متعلق به ژنوتیپ‌های ILB1266*ZV1269-1509-39 و S2008-033 بود. همچنین اثر متقابل تنش خشکی × رقم نشان داد که مقدار علوفه‌تر بیشتر در محیط تنش خشکی (۲۲۳۳۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به ژنوتیپ BPL4104 و ژنوتیپ WRB1-5 و ارقام شادان و مهتا به ترتیب با ۲۰۸۹۰، ۲۰۶۷۰ و ۲۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی و در یک گروه آماری قرار گرفتند. عملکرد علوفه‌تر کمتر (۱۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به ژنوتیپ S2009-167 بود (جدول ۷). مقایسه میانگین عملکرد علوفه‌تر تحت تأثیر آبیاری و ژنوتیپ‌های مختلف سورگم علوفه‌ای نشان داد با افزایش آبیاری عملکرد علوفه‌تر به سبب، افزایش ارتفاع، تعداد شاخه و تعداد غلاف افزایش یافت (قاعدی و همکاران ۲۰۲۰). جمالی و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند آبیاری سبب افزایش وزن‌تر ساقه و وزن‌تر برگ شد، در نتیجه عملکرد علوفه‌تر افزایش یافت. بهروزی و همکاران (۲۰۲۱) طی تیمارهای مختلف آبیاری نشان دادند که تأثیر آبیاری بر علوفه‌تر ذرت معنی‌دار بود و سبب افزایش علوفه‌تر شد به طوری که بیشترین علوفه‌تر ۸۲/۵ تن در هکتار در تیمار مطلوب آبیاری و کمترین میزان آن ۳۰/۱ تن در هکتار در تیمار تنش خشکی بود. مطالعات سایر پژوهش‌گران نیز نشان داد که تنش آبی عملکرد علوفه ذرت را به شدت کاهش می‌دهد (سونگ و همکاران ۲۰۱۹). کمبود رطوبت در باقلا سبب کاهش عملکرد علوفه‌تر و افزایش آبیاری سبب افزایش سبزینه گیاه در نتیجه عملکرد علوفه‌تر بیشتر شد (هاشمی‌خبیر و همکاران ۲۰۱۰). تنش خشکی با تأثیر بر فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه باعث کاهش عملکرد علوفه‌تر شد (نخ زری و همکاران ۲۰۱۹ و لورتو و سنتریتو ۲۰۰۸). نتایج کاهش عملکرد علوفه‌تر در محیط تنش آزمایش به دلیل کاهش (ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، تعداد غلاف، وزن غلاف و وزن ساقه و برگ) در گیاه بود که برابر نتایج محققین دیگر می‌باشد.

افزایش سطح برگ و قسمت‌های سبزینه گیاه شده در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی و آسمیلات بیشتر در نتیجه سبب افزایش عملکرد علوفه خشک شد.

وزن تر غلاف:

نتایج میانگین مربعات (تجزیه واریانس) اثر رقم و اثر متقابل تنش خشکی $\times$ رقم بر صفت وزن تر غلاف در سطح آماری یک درصد معنی‌دار و اثر تنش خشکی بر وزن تر غلاف در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج اثر متقابل تنش خشکی $\times$ رقم نشان داد که در محیط نرمال بیشترین وزن تر غلاف (۱۴۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) در ژنوتیپ FLIP03-07FB و ژنوتیپ‌های BPL4104، WRB1-3 و WRB1-5 به ترتیب با ۱۳۹۶۰، ۱۳۸۶۰ و ۱۳۴۷۰ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. کمترین میزان وزن تر غلاف (۹۵۵۱ کیلوگرم در هکتار) به ژنوتیپ S2008-96 تعلق داشت. همچنین اثر متقابل تنش خشکی $\times$ رقم بر وزن تر غلاف نشان داد که در محیط تنش خشکی وزن تر غلاف بیشتر (۹۲۵۶ کیلوگرم در هکتار) به ژنوتیپ BPL4104 و رقم شادان و ژنوتیپ WRB1-5 به ترتیب با ۸۴۷۳ و ۸۳۵۶ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی قرار داشتند. همچنین وزن تر غلاف کمتر (۳۷۱۱ کیلوگرم در هکتار) به ژنوتیپ WRB1-3 تعلق داشت. (جدول ۷). در این آزمایش این احتمال وجود دارد که به دلیل ریزش گل و غلاف و همچنین کاهش تعداد دانه در غلاف در نتیجه تنش خشکی، سبب کاهش وزن تر غلاف گردید. ملاعلی و همکاران (۲۰۱۹) ژنوتیپ‌های مختلف باقلا را تحت تاثیر آبیاری قرار دادند و دریافتند اثر متقابل آبیاری $\times$ رقم بر وزن تر غلاف معنی‌دار بود و وزن تر غلاف در محیط نرمال آبیاری بیشترین عملکرد را داشت بطوری که ژنوتیپ G-Faba-20 بیشترین و ژنوتیپ G-Faba-75 کمترین عملکرد وزن تر غلاف را داشتند.

درصد پروتئین:

نتایج تجزیه واریانس اثر رقم بر درصد پروتئین در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر تنش خشکی و اثر

متقابل تنش خشکی $\times$ رقم بر درصد پروتئین معنی‌دار نبود (جدول ۵). مقایسه میانگین درصد پروتئین در ارقام مورد بررسی نشان داد که درصد پروتئین بیشتر (۱۶/۲۷ درصد) به ژنوتیپ FLIP03-07FB و درصد پروتئین کمتر (۱۲/۷۲ درصد) مربوط به ژنوتیپ S2009-167 بود (جدول ۶). تنوع در درصد پروتئین توسط محققین دیگر از جمله قطبی و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش شده است آنان بیان نمودند که ارقام برکت، شادان و فیض به میزان ۱۴/۶۲، ۱۴/۹۳ و ۱۶/۰۶ درصد پروتئین علوفه را داشتند. بهرامی و همکاران (۲۰۱۴) طی آزمایشی بر روی چند لگوم دریافتند که خلر با متوسط ۱۹/۶۳ درصد پروتئین بالاترین و ماشک گل خوشه ای با ۱۷/۵۱ درصد کمترین درصد پروتئین را داشتند. مطالعات قاعدی و همکاران (۲۰۲۰) روی چند رقم لوبیا نشان داد رقم صدری با ۲۳/۹ درصد بیشترین و رقم KS-21193 با ۱۹/۹ درصد کمترین درصد پروتئین را داشتند. در شرایط تنش به دلیل بسته شدن روزنه تثبیت کربن کاهش و انتقال مجدد نیتروژن از برگ به دانه نیز کاهش پیدا می‌کند و سبب افزایش درصد پروتئین می‌شود. معماری و همکاران (۲۰۲۱) و اسکندری و همکاران (۲۰۱۹) و نعمت الهی و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان دادند آبیاری سبب کاهش درصد پروتئین و تنش خشکی سبب افزایش درصد پروتئین شد و از سوی دیگر تنش خشکی مقدار پروتئین را به سبب کاهش سنتز آن کاهش داد.

به نظر می‌رسد به دلیل اختلال در انتقال مواد فتوسنتزی در محیط تنش خشکی، کربوهیدرات کمتری به دانه منتقل می‌شود در نتیجه با افزایش تنش درصد پروتئین بیشتر ولی مقدار پروتئین کمتر شد (نواب پور و همکاران ۲۰۱۶). نقی‌زاده و گلوی (۲۰۱۳) و لامعی هروانی (۲۰۱۳) دریافتند که عملکرد کیفی علوفه از طریق افزایش میزان پروتئین افزایش می‌یابد.

الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF):

تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و رقم بر صفت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش خشکی $\times$ رقم بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی معنی‌دار نبود (جدول ۵).

در شرایط تنش خشکی، نتایج مقایسه میانگین ارقام باقلا تحت تنش خشکی نشان داد که ارقام مهتا، شادان و برکت به ترتیب با ۲۵/۴، ۲۶/۹۱ و ۲۷/۱۵ درصد کمترین فیبر خام را داشتند (علیزاده ۲۰۱۹). هرچند در این مطالعه میزان فیبر خام در علوفه تحت تاثیر تیمار آبیاری قرار نگرفت ولی اسکندری و همکاران (۲۰۱۹) و نعمت الهی و همکاران (۲۰۱۹) افزایش درصد فیبر خام در اثر تنش خشکی و کاهش فیبر خام در اثر آبیاری را بیان کردند و دریافتند کاهش فیبر خام سبب افزایش کیفیت علوفه گردید.

الیاف نامحلول در شوینده‌های غیر اسیدی (NDF):

نتایج تجزیه واریانس صفت الیاف نامحلول در شوینده‌های غیر اسیدی تحت اثر متقابل تنش خشکی × رقم در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود و اثر تنش خشکی و رقم بر صفت الیاف نامحلول در شوینده‌های غیر اسیدی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقدار NDF نشانگر مقیاس محتویات دیواره سلولی است و پایین بودن آن سبب افزایش ارزش غذایی علوفه می‌شود. اثر متقابل تنش خشکی × رقم نشان داد که در محیط نرمال درصد الیاف نامحلول در شوینده‌های غیر اسیدی بیشتر به میزان (۳۸/۷۰ درصد) به رقم شادان و درصد الیاف نامحلول در شوینده غیر اسیدی (NDF)

کمتر به میزان (۲۳/۸۰ درصد) متعلق به ژنوتیپ S2009.167 بود همچنین در محیط تنش خشکی بیشترین درصد الیاف نامحلول در شوینده غیر اسیدی (NDF) به میزان (۴۲/۵۳ درصد) مربوط به ژنوتیپ S2008-033 و کمترین آن به میزان (۲۵/۱۰ درصد) به ژنوتیپ S2009-167 تعلق داشت (جدول ۷). علیزاده (۲۰۱۹) و استولتز و نادبو (۲۰۱۴) بیان کردند که اثر متقابل آبیاری × رقم بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی نشانگر محتویات دیواره سلولی می‌باشد و تنش خشکی سبب افزایش الیاف نامحلول در شوینده غیر اسیدی و کاهش تعلیف علوفه توسط دام به دلیل غیرقابل هضم بودن آن شد. بهروزی و همکاران (۲۰۲۱) و آذری

مقایسه میانگین الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در دو محیط نرمال (آبیاری مطلوب) و تنش خشکی نشان داد که درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) بیشتر به میزان ۲۵/۹ درصد در محیط تنش خشکی و درصد الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF) کمتر به میزان ۲۴/۷ درصد در محیط مطلوب آبیاری (بدون تنش) به‌دست آمد (نمودار ۱). کاهش الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در اثر آبیاری منجر به افزایش کیفیت علوفه و تنش خشکی با افزایش الیاف نامحلول در شوینده اسیدی سبب خشک و خشبی شدن علوفه گردید (نعمت الهی و همکاران ۲۰۱۹). مقایسه میانگین الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی در ارقام مورد بررسی نشان داد که درصد الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی بیشتر به میزان ۳۲/۷۲ درصد به ژنوتیپ S2008-033 و درصد الیاف نامحلول در شوینده اسیدی کمتر به میزان ۲۰/۷۵ درصد به ژنوتیپ BPL4104 تعلق داشت (جدول ۶). قطبی و همکاران (۲۰۲۱) بیان نمودند که پایین بودن میزان دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF) سبب افزایش قابلیت هضم و افزایش کیفیت علوفه می‌شود (قطبی و همکاران ۲۰۲۱).

فیبر خام CF:

نتایج میانگین مربعات (تجزیه واریانس) اثر رقم بر صفت فیبر خام در سطح آماری یک درصد معنی‌دار و اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی × رقم بر فیبر خام معنی‌دار نبود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین فیبر خام در ارقام مورد بررسی نشان داد که درصد فیبر خام بیشتر (۳۱/۵۳ درصد) از رقم شادان و درصد فیبر خام کمتر (۲۳/۹ درصد) از ژنوتیپ BPL4104 به‌دست آمد (جدول ۶). نتایج نشان دهنده آن است که رقم شادان به دلیل داشتن فیبر خام زیاد کیفیت علوفه کمتری نسبت به ژنوتیپ S2008-034 داشت. بر اساس آزمایش کاشت گیاهان علوفه یکساله (ماشک، خلر، نخود علوفه ای، گلرنگ، کلزای علوفه‌ای و خردل روغنی)

نصر آبادی و همکاران (۲۰۲۰) طی آزمایشی دریافتند که آبیاری سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده‌های غیر اسیدی شد.

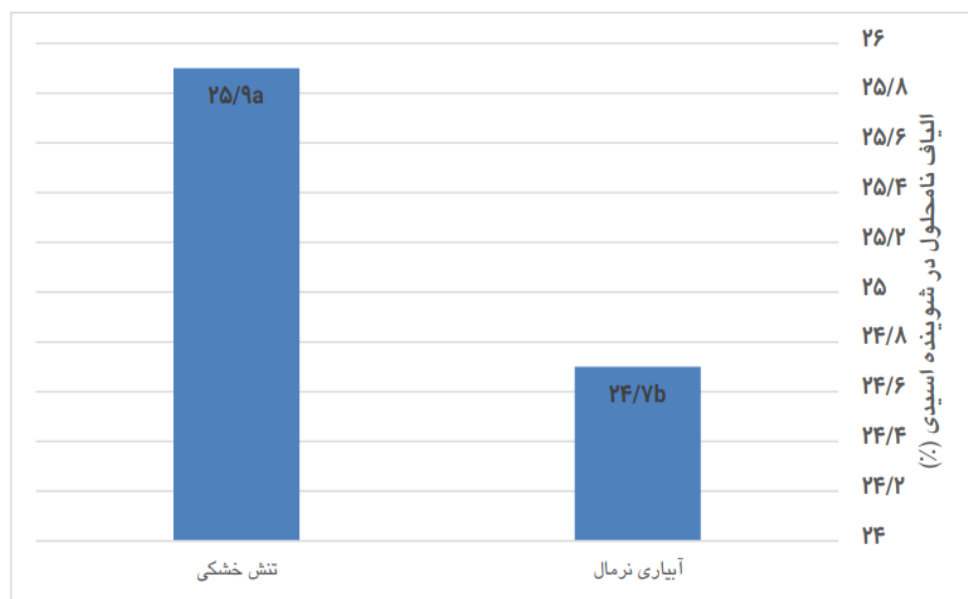
کلسیم:

تجزیه واریانس اثر رقم بر کلسیم در سطح آماری یک درصد معنی‌دار و اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی $\times$ رقم بر کلسیم معنی‌دار نبود (جدول ۵). محتوای بالای عناصر غذایی (کلسیم) مختلف در علوفه کیفیت آن را از نظر ارزش غذایی افزایش می‌دهد تجمع بالای کلسیم در برگ، با تحمل تنش خشکی ارتباط دارد (گرشاسبی و همکاران ۲۰۲۱). نتایج مقایسه اثر ارقام مورد بررسی نشان داد که رقم مهتا دارای بیشترین درصد کلسیم به میزان ۱/۳۵ درصد و ژنوتیپ S2008-96 با ۱/۰۱ درصد کمترین درصد کلسیم را دارا بود (جدول ۶). در این بررسی اثرات تنش خشکی بر روی درصد کلسیم معنی‌دار نبود که یکی از دلایل آن را می‌توان به اعمال دیر هنگام تنش خشکی (بعد از مرحله گلدهی) نسبت داد. با این حال گزارشات هاپکینز و هانر (۲۰۰۹) نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش درصد کلسیم و افزایش آبیاری سبب افزایش درصد کلسیم در گیاه شد.

فسفر:

نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و رقم بر فسفر در سطح آماری یک درصد معنی‌دار و اثر متقابل تنش

خشکی $\times$ رقم بر فسفر در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی $\times$ رقم در محیط نرمال نشان داد که درصد فسفر بیشتر به میزان (۰/۳۲۰۰ درصد) در ارقام مهتا و شادان و درصد فسفر کمتر به میزان (۰/۲۲۰۰ درصد) در ژنوتیپ S2008-96 مشاهده شد. اثر متقابل تنش خشکی $\times$ رقم در محیط تنش خشکی نشان داد که بیشترین درصد فسفر به میزان (۰/۲۸۰۰ درصد) در ژنوتیپ BPL4104 و کمترین درصد آن به میزان (۰/۱۸۶۷ ILB1266*ZV1269- S2008-96 درصد) در ژنوتیپ 1509-39 بود (جدول ۷). آبیاری سبب افزایش درصد فسفر در اندام‌های گیاه و تنش خشکی به دلیل کاهش انتقال فسفر سبب کاهش درصد فسفر در برگ و اندام‌ها شد. تنش خشکی انتقال فسفر به شاخه را محدود می‌کند. تثبیت فسفر در خاک، در شرایط کم آبی، از دیگر دلایل کمبود فسفر در علوفه گیاه ذکر شده است. عدم تحرک فسفر و تثبیت آن، به ویژه در تنش‌های کمبود آب دلیل اصلی کاهش تجمع آن در بافت گیاه می‌باشد (دوائو و همکاران ۲۰۰۹). فسفر موجود در علوفه نقش زیادی بر تعداد برگ و سطح برگ دارد در نتیجه سبب افزایش عملکرد علوفه می‌شود (کوشواها و همکاران ۲۰۱۸). محتوای بالای عناصر غذایی (فسفر) در علوفه کیفیت آن را از نظر ارزش غذایی افزایش می‌دهد و تنش خشکی سبب کاهش فسفر شد (گرشاسبی و همکاران ۲۰۲۱).



نمودار ۱: مقایسه میانگین محیط تنش خشکی و محیط آبیاری نرمال بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی اعدادی که در ستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات رقم بر ارتفاع بوته، درصد پروتئین، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، فیبر خام، کلسیم و فسفر

ژنوتیپ (رقم)	ارتفاع بوته (cm)	درصد پروتئین	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (%)	فیبر خام (%)	کلسیم (%)	فسفر (%)
S2008-96	۷۰/۳۰e	۱۳/۶۸de	۲۳/۱۷ef	۲۸/۱۰bcd	۱/۰۱f	۸۴/۲۷defghi
ILB1266*ZV1269-1509-39	۸۶/۸۷bcd	۱۴/۵۳bcd	۲۴/۶۳de	۲۸/۸۵b	۱/۲۲bcd	۹۵/۴۷abcd
S2008-034	۸۰/۳۳d	۱۳/۹۲d	۲۷/۲۰cd	۲۶/۰۵de	۱/۱۴de	۸۶/۲۷cdefghi
BPL4104	۹۵/۷۳a	۱۵/۱۸bc	۲۰/۷۵f	۲۳/۹f	۱/۲۹ab	۱۰۳/۹a
WRB1-3	۸۸/۹۳abc	۱۴/۴۰cd	۲۹/۰۷bc	۲۸/۲۰bc	۱/۱۷cde	۹۹/۲۰ab
S2009-167	۸۱/۸۰cd	۱۲/۷۲f	۲۱/۲۰f	۲۶/۷۲cde	۱/۱۱def	۹۴abcde
S2008-0330	۸۴/۹۳bcd	۱۲/۷۷ef	۳۲/۷۲a	۲۸/۱۰bcd	۱/۰۷ef	۸۸bcdefgh
FLIP03-07FB	۸۴/۵۳bcd	۱۶/۲۷a	۲۱/۵۷ef	۲۵/۹۸e	۱/۲۶abc	۹۲abcde
WRB1-5	۸۵/۰۷bcd	۱۵/۴۳ab	۲۱/۸۵ef	۲۵/۲۷ef	۱/۲۸abc	۹۰/۹۳bcdefg
Mahta	۸۹/۲۷ab	۱۵/۰۷bc	۲۴/۵۰de	۲۷/۱۰bcde	۱/۳۵a	۹۸/۱۳abc
Shadan	۹۰/۱۷ab	۱۳/۹۷d	۳۲/۲۰ab	۳۱/۵۳a	۱/۲۸abc	۹۹/۲۰ab
LSD	۷/۴	۰/۹۴	۳/۲	۲/۰۶	۰/۱۱	۱۲/۵۴

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

جدول ۷: مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری × رقم در دو محیط (نرمال و تنش خشکی) بر صفات مورد بررسی

محیط	ژنوتیپ (رقم)	تعداد شاخه	تعداد غلاف	عملکرد علوفه تر (kg.ha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک (kg.ha ⁻¹)	وزن تر غلاف (kg.ha ⁻¹)	الیاف نامحلول در شوینده‌های غیر اسیدی	(%) فسفر
آبیاری نرمال	S2008-96	۳/۴۳cd	۱۳bcd	۲۸۳۳۰c	۴۶۷۶c	۹۵۵۱c	۲۸def	۰/۲۲۰۰j
	ILB1266*ZV1269-1509-39	۳/۸۳bcd	۱۱/۵۳de	۲۶۶۷۰c	۳۸۰۸fg	۱۱۷۰۰bc	۲۹/۲۰cde	۰/۲۹۰۰e
	S2008-034	۴ abc	۱۲de	۲۷۳۳۰c	۴۳۹۴d	۹۹۵۸c	۳۴/۱۰bcd	۰/۲۴۶۷h
	BPL4104	۴/۵۶ab	۱۶/۵۷ab	۳۶۳۳۰ab	۴۶۵۶c	۱۳۹۶۰ab	۲۶f	۰/۳۰۶۷c
	WRB1-3	۴/۸۶a	۱۶abc	۳۷۴۱۰a	۴۹۲۵b	۱۳۸۶۰ab	۲۹/۴۷abc	۰/۲۸۶۷f
	S2009-167	۳/۶۶bcd	۱۶/۷۷ab	۳۱۴۰۰bc	۴۱۳۲e	۱۱۶۹۰bc	۲۳/۸۰f	۰/۲۶۰۰g
	S2008-0330	۳/۹abcd	۸/۲۳e	۲۶۶۷۰c	۳۶۰۱g	۱۰۱۰۰c	۳۴abc	۰/۲۴۰۰i
	FLIP03-07FB	۴/۳۳abc	۱۷/۲۰a	۳۶۶۷۰ab	۵۲۲۰a	۱۴۹۳۰a	۲۶ef	۰/۳۱۶۷b
	WRB1-5	۳/۵cd	۱۴/۷۷abcd	۳۴۷۷۰ab	۴۶۱۹cd	۱۳۴۷۰ab	۲۶/۵۰ef	۰/۳۰۰۰d
	Mahta	۲/۹۳d	۱۲/۶۷cd	۲۸۶۸۰c	۴۰۰۴ef	۱۱۹۳۰abc	۳۳/۲۰cdef	۰/۳۲۰۰a
	Shadan	۳/۹abcd	۱۲/۳۳cd	۳۵۷۲۰ab	۵۰۶۲ab	۱۲۵۹۰abc	۲۸/۷۰a	۰/۳۲۰۰a
	S2008-96	۲/۶۶ab	۴/۷۶d	۱۴۶۷۰de	۲۴۶۶bc	۴۴۰۰f	۲۶/۷۰e	۰/۱۸۶۷g
	ILB1266*ZV1269-1509-39	۲/۴۳b	۵d	۱۵۸۹۰cde	۲۰۶۶cd	۵۶۲۴e	۳۷/۳۰e	۰/۱۸۶۷g
	S2008-034	۲/۶b	۵d	۱۹۶۷۰ab	۳۲۰۹a	۵۸۳۶e	۳۶/۶۰cd	۰/۲۰۰۰e
	BPL4104	۲/۵b	۷/۳۳a	۲۲۳۳۰a	۲۸۲۴ab	۹۲۵۶a	۳۱/۸۳e	۰/۲۸۰۰a
تنش خشکی	WRB1-3	۲/۵۶b	۵/۹bcd	۱۴۴۴۰de	۱۹۲۰d	۳۷۱۱h	۳۲/۳۳a	۰/۲۱۰۰d
	S2009-167	۳/۱ab	۵/۲۳cd	۱۴۰۰۰e	۱۹۰۷d	۳۹۲۴g	۲۵/۱۰e	۰/۲۲۶۷c
	S2008-0330	۲/۸۳ab	۵/۵۶bcd	۱۸۰۰۰bcd	۲۴۳۴bcd	۶۷۷۴d	۴۲/۵۳a	۰/۲۲۶۷c
	FLIP03-07FB	۳ab	۷/۲۳a	۱۹۳۳۰abc	۲۷۶۶ab	۷۵۷۸c	۳۱/۳۰e	۰/۲۴۰۰b
	WRB1-5	۳/۳a	۶/۶۶ab	۲۰۸۹۰ab	۲۷۸۴ab	۸۳۵۶b	۳۰e	۰/۲۳۰۰c
	Mahta	۲/۸ab	۶/۳۳abc	۲۰۰۰۰ab	۲۹۰۰ab	۷۰۸۷d	۳۲/۲۰de	۰/۲۴۰۰b
	Shadan	۲/۹۳ ab	۶/۴ab	۲۰۶۷۰ab	۲۸۹۸ab	۸۴۷۳b	۳۹/۷۰ab	۰/۱۹۳۳f
	LSD	۰/۸۴	۲/۸۵	۴۵۹۶	۶۱۲/۹	۲۴۲۷	۴/۵۹	۰/۰۵

اعدادی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

نتیجه گیری

تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی علوفه می‌گردد. شناسایی ارقام مقاوم به خشکی انتهای فصل یکی از راهکارهای توسعه باقلا در کشور می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق در محیط بدون تنش (نرمال) و در محیط تنش ژنوتیپ FLIP03-07FB بیشترین عملکرد علوفه تر و علوفه

خشک را داشت. بنابراین کشت و توسعه آنها پس از انجام آزمایشات سازگاری پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان از مدیریت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان و هم چنین مدیریت و کارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان برای فراهم کردن امکانات مورد نیاز و همکاری در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌کنند.

منابع مورد استفاده

- Alizadeh K. 2019. The annual forage crops under dryland conditions, A review. Iranian Journal of Dryland Agriculture, 8(1): 95-113. <https://doi.org/10.22092/idadj.2019.124675.245>
- Amiri R, Parsa M and Ganjali A. 2009. Effect of drought stress in different stages of phenology on morphological characteristics and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*) under greenhouse conditions. Agricultural Researches of Iran, 2(8): 1-23. <https://doi.org/10.22067/IJPR.V1I2.9244>
- Assefa G and 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. Animal Feed Science Technology, 92: 25-111. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00242-5](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00242-5)
- Azari-Nasrabad A and Moghri Fariz A. 2020. The effect of irrigation regimes on the performance and efficiency of water use of sorghum forage of speedfed variety in South Khorasan province. Fodder and Animal Feed Promotional Magazine, 14: 68- 74. <https://civilica.com/doc/2130953>
- Bahrani S, Weisany W and Afshari A. 2014. Quantitative and qualitative evaluation of forage legumes rainfed and supplemental irrigation conditions. Research in Crop Ecosystems, 1(3): 71-82. https://rce.uma.ac.ir/article_241.html?lang=en
- Bakry BA, Elewa TAE, Karamany MF, Zeidan MS and Tawfik MM. 2011. Effect of row spacing on yield and its components of some faba bean varieties under newly reclaimed sandy soil condition. World of Journal Agriculture Science, 7(1): 68-72. <https://www.researchgate.net/publication/266566236>
- Behrouzi D, Dayant M, Majidi A, Mirhadi MJ and Shirkhani A. 2021. Effect of deficit irrigation, fertilizers and vermicompost on forage maize (*Zea mays L.*). Journal of Agricultural Agriculture, 24(4): 1071-1084. <http://doi.org/10.22059/jci.2021.328509.2594>
- Boshagh B, Astraki H and Pezashkipour P. 2018. Evaluation of faba bean genotypes using drought tolerance indices and multivariate statistical methods. Journal of Crop Breeding, 10(2): 1-9. <http://dx.doi.org/10.29252/jcb.10.27.1>
- Chianeh R, Rahimi A, Sheikh F and Maheji M. 2016. The response of some agricultural characteristics of faba beans to biofertilizers under low stress conditions of *Vicia faba L.* Agricultural Plant Production Journal, 10(4): 107-120. <https://doi.org/10.22069/EJCP.2018.12238.1943>
- Coleman SE and Moore JE. 2003. Feed quality and animal performance. Field Crops Research, 84: 17-29. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00138-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00138-2)
- Danshian J, Hadi H and Janubi P. 2008. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of blue soybean genotype under low stress conditions. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 11(4): 393-409. [dor: 20.1001.1.15625540.1388.11.4.6.2](http://dx.doi.org/10.22059/jci.2021.328509.2594)
- Devau NE, Le Cadre P, Hinsinger B, Jaillard F and Gerard F. 2009. Soil pH controls the environmental availability of phosphorus experimental and mechanistic modeling approaches, Science Direct, 24(11): 2163-2174. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2009.09.020>
- Eshraqinejad M, Alavi SSM and Ayin A. 2021. Examining and comparing the performance of grass sorghum genotypes under moisture stress conditions in the southern region of Kerman. Environmental Stresses in Crop Sciences, 15(1): 31-41. <http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3860.1931>
- Eskandari H, Alizadeh-Amraie A and Javanmard A. 2019. The effect of irrigation restriction on the yield and quality of mixed wheat and Iranian ryegrass forage in cultivation. Environmental Stresses in Crop Sciences, 13(2): 387-399. <http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.2238.1568>
- Eskandari H, Alizadeh-Amraie A and Kazemi K. 2019. Effect of drought stress caused by partial root zone irrigation on water use efficiency and grain yield of maize (*Zea mays L.*) and mung bean (*Vigna radiata*

- L.) in different intercropping planting patterns. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 12(1): 29-40. <https://doi.org/10.22077/escs.2018.1133.1233>
- Feyzbakhsh MT. 2020. Comparison of quantitative and qualitative forage yield of vetch, kholer and broad bean forage plants in the climatic conditions of Gorgan. *Forage and Animal Feed Promotional Magazine*, 4(1): 48-55.
- Garshasbi M, Rafieiolhossaini M, Fallah S, Jafari AA and Rezazadeh S. 2021. Comparison of quantitative and qualitative yield of replacement ratios of chicory mixed cultivation with annual medic at different nutrient levels. *Journal of Agriculture*, 24(2): 449-464. <https://doi.org/10.22059/jci.2021.319053.2516>
- Ghaedi R, Razmjoo J and GholamiZali A. 2020. Effect of irrigation regimes on yield, yield components and seed quality of different pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. *Journal of Crop Production and Processing*, 11(2): 1-18. <https://doi.org/10.47176/jcpp.11.2.23942>
- Ghotbi V, Sheikh F, Feyzbakhsh MT, Shahverdi M, Sarparast M, Asadi H and Moghaddam A. 2021. The comparison of qualitative and quantitative yield of annual forage legumes in autumn cultivation. *Scientific Research Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 23(3): 81-95. <https://doi.org/10.22034/SAPS.2021.46092.2684>
- Ghorbani H, Feyzbakhsh MT. 2024. A Study on the yield and related traits of some forage low-tannin faba bean (*Vicia faba* L.) Genotypes. *Journal of Crop Breeding*. 16(4), 142-151. doi:10.61186/jcb.16.4.142
- Hasanvand H, Siadat SA, Moraditelavat MR and Mussavi SH. 2014. Yield and some morphological characteristics of two faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars to different sowing dates in Ahwaz region. *Agricultural Knowledge and Sustainable Production Publication*, 25(2): 79-89. https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir/article_3814.html?lang=en
- Hashemi-khabir S, Hashemi khabir SH, Ayouzi A, Rezadoost SH and Hashemi khabir Z. 2010. The effect of drought stress during different developmental stages on nitrogen biofixation in chickpea genotypes. *Research in Agricultural Sciences*, 3(11): 82-67. <https://www.sid.ir/paper/167907/en>
- Hopkins WG and Huner NPA. 2009. Introduction to plant physiology, fourth edition, John Wiley and Sons Inc. New York. USA. ISBN 978-0-470-24766-2. Pp. 1-523.
- Istanbulluoglu A, Arslan B, Gocmen E, Gezer E and Pasa C. 2010. Effects of deficit irrigation regimes on the yield and growth of oil seed rape (*Brassica napus* L). *Biosystem Engineering*. 105: 388–394. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.12.010>
- Jafari AV, Frolich AC and Walsh EK. 2003. A note on estimation of quality in perennial rye grass by near infrared spectroscopy. *Irish Journal of Agriculture and Food Research*, 42: 293-299. <https://www.jstor.org/stable/25562497>
- Javanmard A, Mohamadi-Nasab AD, Javanshir A, Moghaddam M, Janmohammadi H, Nasiri Y and Shekari F. 2015. Evaluation of maize neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total digestible nutrients (TDN) dry matter intake (DMI) and net energy for lactation (NEL) in intercropping. *Journal of Crop Production and Processing*, 4(14): 175-190. <http://jcpp.iut.ac.ir/article-1-2278-en.html>
- Jamali S, Ansari H and Zeynodin SM. 2021. Investigation of the effect of irrigation water quality and harvesting time on the yield and yield components of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L). *Journal of Water and Soil Science*, 25(1): 231-241. <http://dx.doi.org/10.47176/jwss.25.1.35826>
- Karimi Z, Mehrab AA, Zarea MJ and Barary M. 2015. Effect of limited irrigation on quantitative and qualitative yield and water use efficiency of forage maize SC260. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 47(2): 243-250. <http://dx.doi.org/10.22059/IJFCS.2016.58858>
- Karkanis A, Ntatsi G, Lepse L, Fernandez JA, Vagen IM, Rewald B, Alsina I, Kronberga A, Balliu A, Olle M, Bodner G, Dubova L, Rosa E and Savvas D. 2018. Faba bean cultivation revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontier in Plant Science*, 9:1-14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01115>

- Kushwaha M, Singh M, Pandey AK and Kar S. 2018. Role of nitrogen, phosphorus and biofertilizer in improving performance of fodder sorghum, a review. *Journal of Hill Agriculture*, 9(1): 22-29. <https://doi.org/10.5958/2230-7338.2018.00004.6>
- Lameie-Harvani J. 2013. Assessment of dry forage and crude protein yields, competition and advantage indices in mixed cropping of annual forage legume crops with barley in rain fed conditions of Zanjan province in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 2(29): 169-183. <https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110508>
- Lithougidis AS, Vasilakoglou IB, Dordas KV and Yiak-Oulaki MD. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seedling ratios. *Field Crops Research*, 99: 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.03.008>
- Loreto F and Centritto M. 2008. Leaf carbon assimilation in a water-limited world. *Plant Biosystems*, 142: 154-161. <https://doi.org/10.1080/11263500701872937>
- Memari M, Dadashi MR, Sheikh F and Ajamnoruzi H. 2021. Evaluation of drought stress tolerance in some faba bean genotypes using drought tolerance indices and biochemical compounds. *Journal of Crop Production and Processing*, 11(2): 121-139. <http://dx.doi.org/10.47176/jcpp.11.2.3591>
- Mobini Z, Khodarahmpour Z and Motamedi M. 2016. Investigating the effect of different periods of irrigation on the yield and agronomic characteristics of fodder sorghum genotypes. *Scientific Research Quarterly Journal of Physiology of Crop Plants*, 9(33): 119-135. <https://www.sid.ir/paper/520258/fa>
- Mollaali E, Dadashi MR, Sheikh F, Ajam Norozi H and Feyzbaksh MT. 2019. Response of agronomic characteristics and seed yield of faba bean (*Vicia faba L.*) genotypes to water logging stress. *Seedling and Seed Variety Magazine*, 35(2): 171-188. <https://doi.org/10.59665/rar4023>
- Mortazavi SM, Daneshian J, Hamidi A and Mir-Hadi SMJ. 2016. Effect of drought level in parent plant of soybean (*Glycine max (L.) merrill* cultivars on seed germination and seedling field emergence. *Agricultural Science Research Journal in Dry Areas*, 1(2): 143-154. <https://doi.org/10.22034/csrar.01.02.02>
- Mousavi SA, Khaledian M, Ashrafzadeh A and Rakhsar R. 2014. The effect of limited irrigation in the sensitive stages of growth on increasing the performance and water productivity of three soybean genotypes in Rasht region. *Journal of Water Research in Agriculture*, 29(4): 433-446. <http://dx.doi.org/10.22092/JWRA.2016.105811>
- Nakhzari Moghaddam A. 2013. The yield and forage quality of intercropping barley and mustard in different planting dates. *Electronic journal of crop production*, 5(4): 173-189. <http://dx.doi.org/20.1001.1.2008739.1391.5.4.10.5>
- Naghizadeh M and Galavi M. 2012. Evaluation of phosphorous biofertilizer and chemical phosphorous influence on fodder quality of corn (*Zea mays L.*) and grass pea (*Lathyrus sativa L.*) intercropping. *Journal of Agroecology*, 4(1): 52-62. <http://dx.doi.org/10.22067/JAG.V4I1.14959>
- Nakhzari Moghaddam A, Samsami AN, Rahemi Karizaki A and Gholinezhad E. 2019. Effect of irrigation on physiological traits and seed yield of soybean under inoculation with mycorrhiza fungi and rhizobium bacteria. *Environmental Stresses Crop Sciences*, 13(2): 413-423. <http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.2131.1531>
- Nawabpour S, Hazarjaribi A and Mazandarani A. 2016. Investigating the effect of drought stress on important agricultural traits and the amount of protein and seed oil in soybean genotypes. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 10(4): 491-503. <https://doi.org/10.22077/escs.2017.61.1021>
- Nematollahi D, Eisvand HR, Modaerri-Sanavy SAM, Akbari N and Ismaili A. 2019. Effects of low irrigation on yield quantity and quality of clover species under high input management conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(3): 47-57.

<http://dx.doi.org/10.22059/IJFCS.2019.251696.654444>

- Piri H, Ansari H and Parsa M. 2018. The interaction effect of salinity, drought and harvesting dates on yield, quality and efficiency of forage sorghum in subsurface drip irrigation. *Irrigation Sciences and Engineering*, 41: 99-114. <https://doi.org/10.22055/IJSE.2018.13454>.
- Sabri AR. 2018. Investigating the performance and morphological traits of some new forage products and forgotten forage plants in Golestan province. *Journal Applied Researches of Plant Ecophysiology*, 6(2): 45-57. <https://doi.org/10.22092/AJ.2022.352836.1518>
- Sheikh F and Feyzbakhsh MT. 2019. Faba bean, cultivation, crop husbandry and harvest. Nashre Amoozeshe Keshavarzi. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran. 94 pp. (in Persian)
- Siddiqui MH, Al-Khaishany MY, Al-Qutami MA, Al-Wahaibi MH, Grover A, Ali HM, Al-Wahibi MS and Bukhari NA. 2015. Response of different genotypes of faba bean plant to drought stress, *International Journal of Molecular Sciences*, 16: 10214-10227. <https://doi.org/10.3390/ijms160510214>.
- Sobot Bilic D, Kubale V, Skrlep M, Candek-Potokar M, Prevolnik Povse M, Fazarinc G and Skorjanc D. 2016. Effect of hydrolysable tannins on intestinal morphology, proliferation and apoptosis in entire male pigs. *Archives of Animal Nutrition*, 70(50): 378-388. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2016.1206735>
- Song L, Jin J and He J. 2019. Effects of severe water stress on Maize growth processes in the field. *Journal Sustainability*, 11: 1-18. <https://doi.org/10.3390/su11185086>
- Stolts E and Nadeau E. 2014. Effect of intercropping on yield, weed incidence, forage quality, soil residual N in organically grown forage maize and faba bean. *Field Crops Research*, 169: 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.09.004>
- Tadele SM. 2019. Breeding achievements of faba bean (*Vicia faba L.*) and its impact in the livelihood of ethiopian farmers. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 8(5): 263-269. <https://www.researchgate.net/publication/341867375>
- Vendruscolo ACG, Schuster I, Pileggi M, Scapim CA and Molinari HB. 2007. Stress, induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. *Journal of Plant Physiology*, 164: 1367-1376. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.05.001>
- Vilarino M, Metayer jp, Crepon K and Duc G. 2009. Effects of varying vicine, convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba L*) on nutritional values for broiler chicken. *Animal Feed Science and Technology*, 150(2): 114- 121. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.08.001>
- Ziyai SM, Khazaei HR and Nizami A. 2016. Investigation of the effect of different levels of irrigation on the morpho-physiological and biochemical characteristics of five mung bean genotypes. *Crop Physiology Journal*, 9(34): 5-21. <https://doi.org/10.20.1001.1.2008403.1396.9.34.1.8>