Archive of SID

بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد علوفه و کارائی مصرف آب در چهار رقم یونجه(*Medicago sativa*) در شرایط آب و هوایی خوزستان - اهواز

کورش بهنام‌فر[1*]، سید عطاالله سیادت[2]، عبدالمهدی بخشنده[2]، سید محمود کاشفی‌پور[3]، خلیل عالمی‌سعید[4] و علی‌اشرف جعفری[5]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان ko_behnamfar@yahoo.com

۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳- استاد گروه سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۴- استادیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۵- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۳۱

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر کم آبیاری برتولید و کارایی‌مصرف‌آب در چهار رقم یونجهٔ دائمی (*Medicago sativa*)، آزمایشی با استفاده از کرت‌های یک‌بار خرد شده در مکان در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۱ - ۱۳۹۰ در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اهواز به اجرا گذاشته شد. تیمارآبیاری(مقدار آب) در چهار سطح به‌عنوان فاکتور اصلی و بر اساس رطوبت قابل استفادهٔ خاک (آبیاری پس از تخلیهٔ ۵۰، ٦۵ و۸۰ درصد کل آب در دسترس گیاه در منطقه ریشه و آبیاری سنتی به‌عنوان شاهد) و ارقام یونجه به‌عنوان فاکتور فرعی نیز در چهار سطح (بغدادی، مساسرسا، یزدی و همدانی) در نظر گرفته شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و از آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. نتایج به‌دست آمده از میانگین پنج برداشت متوالی نشان داد درکلیهٔ ارقام مورد بررسی عملکرد علوفهٔ تر و خشک در تیمار شاهد (آبیاری سنتی) در حد معنی‌دار بالاتر از سایر تیمارهای آبیاری بود که با تأخیر در آبیاری روند کاهشی داشت. رقم بغدادی در کلیه تیمارهای آبیاری دارای بالاترین عملکرد علوفه تر و خشک بود، به‌طوری‌که در تیمار آبیاری سنتی ۷۵/۵۷ تن در هکتار علوفهٔ‌تر و ۱۷/۵ تن علوفهٔ‌خشک در هکتار و در تیمار آبیاری پس از ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک ٤۵/۸٦ تن در هکتار علوفهٔ تر و۱۱/۱۵ تن علوفهٔ خشک تولید گردید. کارایی مصرف آب با تأخیر در آبیاری افزایش معنی‌دار یافت. بالاترین کارایی مصرف آب در کلیه ارقام در تیمار آبیاری پس از ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک به‌دست آمد که این مقادیر برای رقم بغدادی ۱/۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب آب مصرفی ، رقم مساسرسا ۰/۸۲۰، رقم یزدی ۰/۷۲۰ و رقم همدانی ۰/۵۸۰ بود. هم‌چنین کم‌ترین مقدار نسبت برگ به ساقه در کلیه ارقام در تیمار آبیاری سنتی مشاهده شد. با کاهش مقدار آب مصرفی تا تیمار ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، نسبت برگ به ساقه در حدود ۲۲ درصد(میانگین کل ارقام) افزایش یافت که با تیمار آبیاری سنتی دارای اختلاف معنی‌دار بود. ($p<0.01$)

کلید واژه‌ها: کم آبیاری، یونجه، کارایی مصرف آب، عملکرد علوفه، نسبت برگ به ساقه.

Evaluation of Impct of Water Deficit on Yield and Water Use Efficiency of Four Cultivars Alfalfa (*Medicago sativa*) in Khuzestan Conditions - Ahvaz

K. Behnamfar[*1], S.A. Siadat [2], A.M. Bakhshandeh, S.M. Kashefipour[3] , Kh. Alemi saied[4], A.A. Jafari[5]

1- PhD student of Agronomy, Ramin University,Khuzestan & Senior Research Expert of Khuzestan Research Center of Agriculture and Natural Resources ,Khuzestan ,Iran.
2- Professor of Agricultral Faculty, Ramin University,Khuzestan.
3- Professor of Water Sciences Engineering Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz.

www.SID.ir

Archive of SID

4- Assistant Professor of breeding Faculty, Ramin University,Khuzestan.
5- Professor of Research Institut of Forests and Rangelands, Iran.

Received: 9 May 2013 Accepted: 22 Sep. 2013

Abstract

In order to investigate the effect of water deficit on yield and water use efficiency (WUE) of four alfalfa cultivars, an experiment was conducted as a split plot design in randomized complete block with 3 replications in Agriclture and Natural Resources Research Center of Khuzestan during 2011-2012. Main plots were 4 irrigation regimes (a_1: traditional irrigation, a_2: irrigation in loss of 50%, a_3: irrigation in loss of 65% and a_4: irrigation in loss of 80% AWC) and subplots were four cultivars of alfalfa (b1: Baghdadi, b2: Mesasirsa, b3: Yazdi and b4: Hamedani). The result showed that alfalfa total fresh and dry forge yield was significantly affect by water deficit, in all of the cultivars the highest of fresh and dry forage yield was in traditional irrigation that decreased with retardation of irrigation. The Baghdadi cultivar had the highest fresh and dry forage yield in all of irrigation regimes (in traditional irrigation: 75. 57 tn/ha fresh and 17. 5 tn/ha dry forage yield and in a_4: irrigation in loss of 80% AWC this cultivar produced 45.86 tn/ha fresh and 11.15 tn/ha dry forage yield).The water use efficiency increased with retardation of irrigation. The highest of WUE in all of cultivars were in a_4: (irrigation in loss of 80% AWC) and the WUE in this treatment for Baghdadi cultivar was 1.00 kg/m^3/ha , in mesarirsa cu. was 0.820 , in yazdi cu. Was 0.720 and Hamedani cu. Was 0.580 . The lowest rate of leaf/stem in all of cultivars belonged to traditional irrigation and with decreasing of irrigation to a_2(irrigation in loss of 50% AWC) the rate of leaf/stem increased about 22% (mean in all of cultivars).

Kay words: Irrigation deficit,Water use efficiency, Alfalfa cultivar, Forage yield, Leaf/stem.

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa*) یکی از مهم‌ترین نباتات علوفه ای بوده که به دلیل تولید علوفه با کیفیت بالا دارای جایگاه ویژه‌ای در تغذیه دام و بویژه در دامداری‌های مدرن و صنعتی می‌باشد. این گیاه نیاز آبی بالایی داشته و سیستم ریشه‌ای گسترده و عمیق آن از عوامل مؤثر در مقابله با تنش خشکی است. محدودیت منابع آب از نظر کمی و کیفی ایجاب می‌کند که مدیریت مزارع بر اساس استفادهٔ بهینه از واحد آب مصرفی سوق یابد و با اعمال مدیریت کم آبیاری موجب صرفه جویی در آب مصرفی شود (۱). هم‌چنین بر اساس گزارش‌های متعدد، نیاز آبی یونجه در طول دوره رشد ۸۰۰ تا ۱۶۰۰ میلی‌متر در سال بسته به شرایط آب وهوایی و میزان تولید متغیرمی‌باشد. حمیدی و صفرنژاد اعلام نمودند که یونجه به‌واسطه داشتن سیستم ریشه‌ای عمیق و گسترده در برابر تنش کم آبی تاحدود زیادی متحمل بوده و قادر است بدون ایجاد اثرمنفی در میزان رشد خود این شرایط را تحمل کند اما درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نیزویگور گیاهچه‌ها تحت شرایط خشکی کاهش پیدا می‌کند، درحالی که تحت این شرایط سرعت رشد ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه افزایش می‌یابد، هم‌چنین ارقام متفاوت از این نظر دارای اختلاف معنی‌دار هستند به‌طوری که ارقام یزدی و مائوپا دارای سرعت و درصد جوانه زنی بالاتری نسبت به ارقام همدانی و قره‌یونجه می‌باشند (۱۶). برادا[1] متوسط آب مصرف شده تا سال ۲۰۰۱ در مناطقی از کلرادو که یونجه به‌طور کامل آبیاری شده است را ۱۳۳۰۰ مترمکعب در هکتار اعلام و متوسط عملکرد را در این مناطق ۱۰/۱۳ تن علوفه خشک در هکتار با راندمان آب مصرفی ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب در سال گزارش نمود (۱۰). بر اساس تحقیقات انجام شده توسط شوماکر و همکاران[2] میزان تعرق در گیاه یونجه از نیمه فروردین (اوایل آوریل) تا نیمه اردیبهشت (اول می) ۲/۵ تا ۵ میلی‌متر در روز واز نیمه اردیبهشت (اول می) تا ۸ مهرماه (۳۰ سپتامبر) ۵ تا ۷/۵ میلی‌متر در روز و از ۹ مهر (اکتبر) تا ۱۰ آبان (اول نوامبر) ۵/ ۲ تا ۵ میلی‌متر می‌باشد و به ازائ هر تن علوفه خشک ۱۲۸ میلی‌متر آب مصرف می‌گردد. با مصرف آب اضافی محصول زیادتری تولید نمی‌شود و تنش خشکی در یونجه وقتی اتفاق می‌افتد که رطوبت موجود در خاک به کمتر از ۵۰ درصد کاهش یابد (۲۵). عبادی‌خزینه‌قدیم گزارش نمودکه واکنش ارقام یونجه در برابر تنش خشکی متفاوت بوده، به‌طوری‌که تعدادی از ارقام یونجه با بستن روزنه‌های خود باعث کاهش تعرق و تلفات آب می‌شوند و لذا باعث افزایش راندمان مصرف آب از این طریق می‌گردند. برخی دیگر از ارقام تعداد روزنه‌های خود را در هنگام تنش کاهش می‌دهند و یا با کاهش سطح برگ باعث کم کردن تلفات آب می‌گردند و در نهایت موجب افزایش راندمان مصرف آب می‌شوند هم‌چنین محتوای آب سلول را برای یونجه در شرایط رطوبت ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه ۷۹/۷ در صد و در شرایط تنش شدید کم آبی ۶۳/۸ درصد گزارش کرد (۷). در آزمایشی در دوسال متوالی

1- Berrada
2- Shewmaker

www.SID.ir

Archive of SID

توسط پیتسو و همکاران[1] در رومانی اثر تنش خشکی بر ۲۴ واریته یونجه مورد بررسی گرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی اثر منفی شدیدی بر عملکرد و میزان تعرق کلیه ژنوتیپ‌ها داشت. هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که هم‌بستگی منفی‌معنی‌دار بین میزان تعرق کوتیکولی و عملکرد ماده خشک وجود دارد. از طرفی میزان تعرق در ژنوتیپ‌ها متفاوت بوده و فاکتور مهم و مشخصی برای هر ژنوتیپ در طول دوره تنش خشکی می‌باشد (۲۱). راندمان مصرف آب برای تولید یونجه ۸/۹ تا ۱۵/۲ و حداکثر ۲۰ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر که معادل ۰/۸۹ تا ۱/۵۲ و حداکثر ۲ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار گزارش شده است (۵، ۹، ۱۱و ۱۷). در پژوهش دیگری هفت رقم یونجه (یزدی بومی، یزدی سلکسیون شده، بغدادی، مساسرسا، بمی، سنتتیک و نیک‌شهری) در یزد از نظر مقاومت به خشکی به مدت سه سال مورد ارزیابی قرار گرفتند، نتایج نشان داد که با افزایش دور آبیاری از ۹ روز به ۱۲ روز، عملکرد علوفه خشک کاهش یافت و ارقام نیز واکنش متفاوتی نشان دادند، به‌طوری که رقم مساسرسا با عملکرد ۱۸/۳۷ تن علوفه خشک در هکتار برتر از سایر ارقام بود. اثر متقابل نیز نشان داد که در دور آبیاری ۱۲ روزه رقم یونجه یزدی‌بومی به خشکی مقاوم‌تر بود و با عملکرد ۱۴/۹۳ تن در هکتار علوفه خشک نسبت به سایر ارقام در شرایط خشکی عملکرد بیشتری داشت (۶). درآزمایشی که توسط بوزیگرن و همکاران[2] انجام شد، نتایج نشان داد که تیمار تنش خشکی (توقف آبیاری به‌مدت ۹ هفته در طول تابستان) در شرایط نیمه‌خشک مراکش در هر دو سال آزمایش بر تولید زیست توده در کلیهٔ ۱۶ کلتیوار یونجه اثر منفی گذاشت، کولتیوارها از این نظر دارای اختلاف معنی‌دار بودند به‌طوری‌که مقدار این کاهش در کولتیوارهای مختلف بین ۲۵ تا ۴۱ درصد بود. مقدم[3]، در دو منطقه از استرالیا و در دو سال متوالی ۸ اکوتیپ ایرانی و ۱۰ کولتیوار اروپایی مختلف از یونجه را تحت دو شرایط آبیاری و تنش رطوبتی از نظر تولید بیوماس، استقرار، کیفیت علوفه، فنوتیپ و میزان تثبیت بیولوژیک ازت مورد مقایسه قرار داد. نتایج حاکی از آن بود که نسبت برگ به ساقه، ساقه به ریشه، پروتئین خام وتقریباً میانگین کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده در شرایط تنش خشکی در مقایسه با آبیاری کاهش می‌یابد، در میان ژنوتیپ‌های مختلف از نظر استقرار، ماده خشک ساقه، کل عملکرد زیست توده و میزان تثبیت بیولوژیک ازت در دو شرایط رطوبتی اختلافات معنی دار وجود داشت و برترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط آبیاری و تنش Plato, Vlasta, Zs Fix 232 و Gharghologh بودند. هم‌چنین نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد به‌خصوص در شرایط تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ‌هایی بود که بوته‌های آنها دارای ارتفاع بلندتر و انبوه‌تر بودند (۱۸).

با توجه به کاهش منابع آبی مخصوصا در بهار و تابستان در استان خوزستان و ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آب آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر کم آبیاری بر تولید و کارایی مصرف آب در ارقام مختلف یونجه طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه تأثیر کم آبیاری برتولید و کارایی‌مصرف‌آب در چهار رقم یونجهٔ دائمی (*Medicago sativa*)، آزمایشی با استفاده از کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت یک سال از سال زراعی ۹۱ – ۱۳۹۰ در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اهواز به اجرا گذاشته شد. تیمارآبیاری(مقدار آب) در چهار سطح در کرت‌های اصلی (آبیاری پس از تخلیهٔ ۵۰، ۶۵ و۸۰ درصد کل آب در دسترس گیاه در منطقه ریشه (AWC)[4] و آبیاری سنتی به‌عنوان شاهد و حجم آب در هر آبیاری برای سه تیمار کم‌آبیاری یکسان و بر اساس ۵۰ درصد کل آب در دسترس گیاه در منطقه ریشه، در نظر گرفته شد و ارقام یونجه نیز در چهار سطح (بغدادی، مساسرسا، یزدی و همدانی) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند.

هر کرت‌آزمایشی شامل شش خط کاشت به‌طول ۳/۵ متر و عرض ۱/۲ متر (فاصله بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر)، فاصله بین کرت‌های فرعی نیم متر و فاصله بین کرت‌های اصلی ۲ متر برای جلوگیری از نشت آب و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه‌های کودی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، به میزان ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره (به‌عنوان استارتر پس از سبز شدن) و ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفاته از منبع سوپرفسفات‌تریپل و ۴۰ تن کود دامی (بر اساس نتایج اولیهٔ آزمایش) در هکتار در نظر گرفته شد، میزان بذر مصرفی نیز بر اساس نتایج تحقیقات ۱۵ کیلوگرم در هکتار و تاریخ کاشت در اواسط مهرماه ۱۳۹۰ بود (۴).

تیمارهای آبیاری پس از استقرار کامل گیاهان در بهار ۱۳۹۱ پس از یک چین برداری به‌منظور هم‌سان سازی گیاهان اعمال شد. زمان آبیاری بر اساس کل آب قابل دسترس گیاه در عمق فعال ریشه (۶۰ سانتی‌متر) با نمونه برداری‌های مکرر خاک تعیین گردید. مقدار آب آبیاری نیز با توجه به ابعاد کرت محاسبه و در هر آبیاری توسط کنتور اندازه گیری و وارد کرت‌ها شد. تیمار آبیاری سنتی مشابه عرف منطقه به‌صورت اشباع کردن خاک در هنگام مشاهده خشکی سطح خاک اعمال شد.

حجم آب برای تیمارهای کم آبیاری بر اساس فرمول زیر محاسبه شد :

$$V=(\theta_{VFC}-\theta_{Vpwp})\times 0.5\times 0.6\times 1.2\times 2.3/0.8$$

1- Petcu *et al.*
2- Bouizgaren *et al.*
3- Moghadam
4 - Available Water Content

www.SID.ir

Archive of SID

که در این رابطه V: حجم آب در هر آبیاری و ۰/۵ بیان‌گر ۵۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل استفاده خاک، ۰/۶ عمق فعال ریشه و ۲/۳ ×۱/۲ ابعاد کرت‌های آزمایشی می‌باشد. ضمنا ۲۰ درصد آب به‌دلیل نفوذ عمقی در محاسبات در نظر گرفته شد(۱۵).

در مجموع پنج چین برداشت شد، برداشت علوفه در اوایل مرحلهٔ گلدهی (۱۰تا۲۰ درصد گلدهی) انجام و پس از اندازه گیری وزن تر، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. در ابتدا بیست ساقه برای اندازه گیری‌های نسبت ماده خشک برگ به ساقه انتخاب شد. سپس به‌منظور تعیین عملکرد علوفهٔ خشک، کل نمونهٔ برداشت شده به‌مدت ۴۸ ساعت در گرم‌خانه در دمای ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد خشک و درصد ماده خشک نیز محاسبه گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و از آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد که نتایج حاصل از این آزمون در جدول‌های (۱) تا (۳) ارائه شده است.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آبیاری، ارقام یونجه و نیز اثر متقابل آنها بر عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک، عملکرد برگ، عملکرد ساقه، نسبت برگ به ساقه و کارایی مصرف آب اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) مشاهده می‌شود با تأخیر در آبیاری، عملکرد علوفه تر و خشک در حد معنی‌دار ($p<0.01$) کاهش یافت. ارقام نیز دارای عملکرد متفاوت و معنی‌دار ($p<0.01$) بودند. به‌نحوی که رقم بغدادی دارای بالاترین مقدار تولید علوفهٔ‌تروخشک و پس از آن به‌ترتیب رقم مساسرسا، رقم یزدی و همدانی قرار گرفتند.

اثر متقابل تیمارهای آبیاری و رقم نیز دارای تأثیر معنی‌دار بر عملکرد علوفهٔ‌تر و خشک بود. درکلیهٔ ارقام مورد بررسی بالاترین میزان عملکرد علوفهٔ تر و خشک در تیمار شاهد (آبیاری سنتی) تولید شد و در آبیاری پس از ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، تولید علوفه تر و خشک به‌شدت نقصان یافت که با نتایج به‌دست آمده توسط اسیلان و حاجیلویی(۲) در بررسی اثر تنش کم آبی بر پنج رقم یونجه هم‌خوانی دارد. افشارمنش و همکاران (۳) نیز در بررسی اثر تنش کم آبی بر چهار رقم یونجه در منطقه جیرفت نیز نتایج مشابهی به‌دست آورند. به‌طور کلی، کاهش رشد گیاهان زراعی در شرایط تنش خشکی به واسطه محدود شدن فتوسنتز صورت می‌گیرد (۸). بسته شدن روزنه‌ها در شرایط تنش، تأمین دی‌اکسیدکربن را برای سیستم فتوسنتزی مشکل می‌سازد (۱۴) و فتوسنتز و رشد سلول همراه با هم، از جمله اولین فرآیندهایی هستند که تحت تأثیرخشکی کاهش می‌یابند (۱۹). در شرایط تنش ملایم هدایت روزنه‌ای به مقدار اندک کاهش یافته و موجب کاهش غلظت دی‌اکسی‌کربن و در نتیجه محدودیت فتوسنتز می‌گردد اما با پیشرفت تنش خشکی، کاهش در فتوسنتز به دلیل عوامل غیر روزنه‌ای می‌باشد (۱۳).

با تأخیر در آبیاری عملکرد برگ و عملکرد ساقه در کلیه ارقام روند کاهشی داشتند اما همان‌گونه که در جداول مقایسه میانگین مشاهده می‌شود، در این میان عملکرد ساقه بیش از عملکرد برگ تحت تأثیر قرار گرفت. به‌طوری‌که عملکرد برگ در تیمار آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه نسبت به آبیاری سنتی در حدود ۰/۴ تن در هکتار کاهش یافت در حالی‌که عملکرد ساقه در حدود ۱/۵ تن بر هکتار دچار نقصان شد (جدول۲). این وضعیت در کلیه ارقام کم وبیش حاکم است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کم‌ترین مقدار نسبت برگ به ساقه در کلیه ارقام مربوط به تیمار آبیاری سنتی بود و در رقم بغدادی با تأخیر در آبیاری تا تیمار ۶۵ درصد تخلیه رطوبتی، به حداکثرمقدار خود (۱/۴۴) رسید و پس از آن رو به کاهش نهاد. بوکستن[1] نیز گزارش نمود که در اثر اعمال تنش خشکی، نسبت برگ به ساقه در یونجه ۱۸ درصد افزایش پیدا کرد، که علت عمده آن می‌تواند مربوط به کاهش رشدساقه باشد (۱۲). مارتینز[2] نیز در بیان نتایج بررسی‌های خود اعلام کرد، نسبت برگ به ساقه در یونجه تحت تنش کم آبی تا ۲۰ درصد افزایش خواهد یافت که بخش زیادی از آن مربوط عدم توسعهٔ ساقه‌ها است که خود موجب افزایش کیفیت علوفه خواهد شد زیرا برگ‌ها در مقایسه با ساقه‌ها بصورت اساسی و ذاتی موجب افزایش کیفیت علوفه می‌شوند (۲۶). سنگل[3] (۲۰۰۰) نیز کاهش طول میان‌گره‌های یونجه را با افزایش تنش رطوبتی گزارش کرد (۲۳). در ارقام مساسرسا، یزدی و همدانی نیز با اعمال تیمارهای کم آبیاری این نسبت افزایش یافت اما در سه سطح کم آبیاری تغییر معنی‌دار نکرد (جدول ۳). ارقام فوق از این نظر دارای اختلاف معنی‌دار بودند، به‌طوری‌که رقم یزدی با میانگین ۱/۴۶ دارای بالاترین مقدار و رقم همدانی با میانگین ۱/۲۵ دارای کم‌ترین نسبت برگ به ساقه بود (جدول ۲).

در بررسی اثر اصلی تیمارها مشاهده شد که با تأخیر در آبیاری، کارایی مصرف آب در تولید علوفهٔ تر و خشک افزایش یافت، به‌نحوی‌که کم‌ترین مقدار آن در آبیاری سنتی (۰/۵۵۳ کیلوگرم علوفه خشک بر مترمکعب) و حداکثر کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک (۰/۷۸۲ کیلوگرم علوفه خشک بر مترمکعب) به‌دست آمد. ارقام نیز دارای کارایی مصرف آب متفاوت و معنی‌دار($p<0.01$) بودند. مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین کارایی مصرف آب در تولید علوفه تر وخشک مربوط به رقم بغدادی و پس از آن به‌ترتیب مساسرسا، یزدی و همدانی بود (جدول ۲). مقایسه‌های میانگین اثر متقابل مشخص می‌سازد که بالاترین کارایی مصرف آب برای تولید علوفه تر و خشک در آبیاری پس از ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در رقم بغدادی به‌ترتیب ۴/۱۳ و۱/۰۰، رقم مساسرسا ۳/۴۸

1- Buxton
2- Martens
3- Sengul

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - خلاصه نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر آبیاری و ارقام بر روی علوفه تر، علوفه خشک ، عملکرد برگ و ساقه، نسبت برگ به ساقه و کارآیی مصرف آب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد علوفه‌تر	عملکرد علوفه‌خشک	عملکرد برگ	عملکردساقه	نسبت برگ به ساقه	کارایی مصرف آب
							علوفه تر / علوفه‌خشک
تکرار	۲	۱/۴۹۳^{ns}	۰/۳۵۸^{ns}	۰/۰۵۶۹^{ns}	۰/۱۴۰^{ns}	۰/۰۰۱۳^{ns}	۰/۰۰۳۹^{ns} / ۰/۰۰۰۸۶^{ns}
آبیاری	۳	۱۶۹۷/۰۳**	۸۶/۳۸۴**	۲۱/۲۷۶**	۲۳/۷۵۴**	۰/۱۸۱**	۱۲/۸۰** / ۰/۱۲۹**
E(a)	۶	۰/۷۹۶۶	۰/۰۶۲۷	۰/۰۱۷۵	۰/۱۱۲	۰/۰۰۶۴	۰/۰۰۱۹ / ۰/۰۰۰۱۷
رقم	۳	۱۰۳۴/۸۵**	۶۰/۷۷۶**	۱۹/۱۱۱**	۱۲/۲۲۷**	۰/۱۱۵**	۲/۰۶۰** / ۰/۲۰۹۷**
آبیاری × رقم	۹	۸/۴۰۳**	۰/۳۸۸۴**	۰/۱۷۳**	۰/۱۰۷**	۰/۰۱۵۱*	۰/۱۱۹** / ۰/۰۰۵۶**
E(b)	۲۴	۱/۳۴۱	۰/۱۶۵	۰/۰۴۹	۰/۱۲۲	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۲۸ / ۰/۰۰۰۵۲
ضریب تغییرات(C.V)		۲/۲۷	۳/۴۱	۳/۳۱	۶/۶۵	۵/۷۶	۲/۳۵ / ۲/۳۵

** و* : دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح یک و پنج درصد ns : دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد علوفه تر و خشک، کارایی مصرف آب و نسبت برگ به ساقه تحت تیمارهای مورد بررسی (دانکن)

تیمارها	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	عملکرد برگ (تن در هکتار)	عملکرد ساقه (تن در هکتار)	نسبت برگ به ساقه	کارایی مصرف آب (علوفه تر) (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب (علوفه خشک) (کیلوگرم بر متر مکعب)
آبیاری							
سنتی(I_1)	۶۴/۳۰a	۱۴/۹۹a	۷/۸۹a	۷/۰۹a	۱/۱۴b	۲/۳۷d	۰/۵۵۳d
پس از ۵۰ درصد تخلیه (I_2)	۵۵/۶۴b	۱۲/۹۲b	۷/۴۸b	۵/۴۴b	۱/۴۰a	۲/۷۱c	۰/۶۲۸c
پس از ۶۵ درصد تخلیه(I_3)	۴۷/۲۹c	۱۱/۰۷c	۶/۳۹c	۴/۶۸c	۱/۳۹a	۳/۱۵b	۰/۷۳۸b
پس از ۸۰ درصد تخلیه(I_4)	۳۶/۴۴d	۸/۶۸d	۴/۹۱d	۳/۷۸d	۱/۳۵a	۳/۲۸a	۰/۷۸۲a
ارقام							
بغدادی	۶۱/۷۵a	۱۴/۵۷a	۸/۱۵a	۶/۴۱a	۱/۳۱b	۳/۵۱a	۰/۸۳a
مساسرسا	۵۴/۳۲b	۱۲/۷۲b	۶/۹۹b	۵/۷۳b	۱/۲۶bc	۳/۰۸b	۰/۷۲b
یزدی	۴۷/۵۷c	۱۱/۰۵c	۶/۴۰c	۴/۶۵c	۱/۴۶a	۲/۶۹c	۰/۶۳c
همدانی	۴۰/۰۳d	۹/۳۱d	۵/۱۲d	۴/۱۹d	۱/۲۵c	۲/۲۴d	۰/۵۲d

اعداد هر ستون در هر تیمار که دارای یک حرف مشترک می‌باشند در سطح یک درصد اختلاف‌معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری وارقام برعملکرد علوفه تر و خشک، عملکرد برگ و ساقه، نسبت برگ به ساقه و کارایی مصرف آب برای عملکرد علوفه تر و خشک

رقم × آبیاری	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	عملکرد برگ (تن در هکتار)	عملکرد ساقه (تن در هکتار)	نسبت برگ به ساقه	کارایی مصرف آب (علوفه تر) (کیلوگرم بر متر مکعب)	کارایی مصرف آب (علوفه خشک) (کیلوگرم بر متر مکعب)
بغدادی × مرسوم	۷۵/۵۷ a	۱۷/۵۰a	۹/۳۲ a	۸/۲۳ a	۱/۱۶ c	۲/۷۹ d	۰/۶۴۷ d
بغدادی ×۵۰ درصد	۶۸/۸۴ b	۱۶/۰۲ b	۹/۱۶ ab	۶/۸۶ b	۱/۳۶ ab	۳/۳۵ c	۰/۷۷۷ c
بغدادی × ۶۵ درصد	۵۶/۷۲ c	۱۳/۵۴ c	۷/۹۵ b	۵/۵۹ c	۱/۴۴ a	۳/۷۸ b	۰/۹۰۳ b
بغدادی ×۸۰ درصد	۴۵/۸۶ d	۱۱/۱۵ d	۶/۱۸ c	۴/۹۷ d	۱/۲۶ bc	۴/۱۳ a	۱/۰۰ a
مساسرسا × مرسوم	۶۸/۸۸ a	۱۶/۱۶ a	۸/۳۶ a	۷/۸۰a	۱/۱۰b	۲/۵۴ c	۰/۵۹۳ c
مساسرسا ×۵۰ درصد	۵۷/۵۷ b	۱۳/۵۹ b	۷/۷۹ b	۵/۸۰b	۱/۳۵ a	۲/۸۰b	۰/۶۶۰ b
مساسرسا × ۶۵ درصد	۵۲/۲۵ c	۱۲/۰۵ c	۶/۷۷ c	۵/۲۸ b	۱/۳۱ a	۳/۴۸ a	۰/۸۰۳ a
مساسرسا ×۸۰ درصد	۳۸/۵۹ d	۹/۱۰ d	۵/۰۶ d	۴/۰۴ c	۱/۲۷ a	۳/۴۷ a	۰/۸۲۰ a
یزدی × مرسوم	۵۹/۶۵ a	۱۴/۰۲ a	۷/۵۷ a	۶/۴۵ a	۱/۲۰b	۲/۲۰c	۰/۵۱۷ c
یزدی × ۵۰ درصد	۵۲/۲۳ b	۱۱/۶۵ b	۶/۹۳ b	۴/۷۳ b	۱/۴۹ a	۲/۵۴ b	۰/۵۶۷ b
یزدی × ۶۵ درصد	۴۴/۶۱ c	۱۰/۵۰c	۶/۳۶ c	۴/۱۴ b	۱/۵۶ a	۲/۹۷ a	۰/۷۰۰ a
یزدی × ۸۰ درصد	۳۳/۸۰d	۸/۰۲ d	۴/۷۴ d	۳/۲۹ c	۱/۵۸ a	۳/۰۴ a	۰/۷۲۰ a
همدانی × مرسوم	۵۳/۱۱ a	۱۲/۲۱ a	۶/۳۲ a	۵/۸۹ a	۱/۰۸ c	۱/۹۶ c	۰/۴۵۳ b
همدانی × ۵۰ درصد	۴۳/۹۲ b	۱۰/۴۱ b	۶/۰۳ a	۴/۳۹ b	۱/۳۹ a	۲/۱۴ b	۰/۵۰۷ a
همدانی × ۶۵ درصد	۳۵/۵۷ c	۸/۱۸ c	۴/۴۸ b	۳/۶۹ c	۱/۲۳ b	۲/۳۷ ab	۰/۵۴۷ a
همدانی × ۸۰ درصد	۲۷/۵۰d	۶/۴۵ d	۳/۶۵ c	۲/۸۰d	۱/۲۹ ab	۲/۴۷ a	۰/۵۸۰a

اعداد هر ستون در ترکیبات تیماری هر رقم که دارای یک حرف مشترک می باشند در سطح ۱ د رصد اختلاف معنی دار ندارند

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- میزان آب مصرفی در تیمارهای آبیاری مختلف

تیمار	حجم آب در هر آبیاری(m3/ha)	میزان کل آب مصرفی(m^3/ha)	درصد کاهش نسبت به مرسوم
آبیاری مرسوم	۱۰۸۳/۳۳	۲۷۰۸۳	۰
آبیاری پس از ۵۰ درصد	۵۵۵/۵۶	۲۰۵۵۵/۶	۲۴/۱
آبیاری پس از ۶۵ درصد	۵۵۵/۵۶	۱۵۰۰۰/۰	۴۴/۶
آبیاری پس از ۸۰ درصد	۵۵۵/۵۶	۱۱۱۱۱/۱	۵۹

و ۰/۸۲۰، رقم یزدی ۳/۰۴ و ۰/۷۲۰ و رقم همدانی ۲/۴۷ و ۰/۵۸۰ می‌باشد. کم‌ترین مقدار کارایی مصرف در تیمار آبیاری سنتی حاصل شد که در این میان نیز رقم بغدادی با داشتن ۲/۷۹ برای تولید علوفه تر و ۰/۶۴۷ برای علوفه خشک نسبت به سایر ارقام برتری داشت این در حالی بود که رقم مساسرسا با ۲/۵۴ و۰/۵۹۳، رقم یزدی با ۲/۲۰ و ۰/۵۱۷ و رقم همدانی با ۱/۹۶ و ۰/۴۵۳ به‌ترتیب پس از آن قرار گرفتند (جدول ۳). مشابه این نتیجه را نیز برادا[1] اعلام نمود، به‌نحوی‌که راندمان مصرف آب یونجه را از ۰/۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار، از تنش ضعیف به ۰/۷۸ در تنش شدید گزارش کرد و بین تنش ضعیف و تنش متوسط از نظر کارائی مصرف آب اختلاف معنی‌دار مشاهده ننمود (۱۰). در بررسی اثر تنش کم آبی بر روی عملکرد علوفه پنج رقم یونجه یزدی، نیک‌شهری، رنجر، بمی و بغدادی در منطقه جیرفت توسط افشارمنش و همکاران (۳) نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. هر چند با کاهش مقدار مصرف آب کارایی مصرف آب رو به افزایش می‌گذارد لکن در این خصوص باید هم به صورت و هم به مخرج معادلهٔ محاسبهٔ کارایی مصرف(WUE)[2] آب توجه شود، زیرا هر عاملی که تبخیر و تعرق را کاهش دهد و یا عملکرد را افزایش دهد می‌تواند کارائی مصرف آب را بالا برد. روزنه‌ها نقش کلیدی در مسیرهای اتلاف آب و جذب گاز دی‌اکسید کربن دارند. تنش خشکی با بسته شدن جزئی روزنه‌ها تعرق را بیشتر از فتوسنتز کاهش داده و در نتیجه کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد، اما تنش شدید باعث بسته شدن کامل روزنه‌ها شده (۸) و عوامل غیر روزنه‌ای (از جمله افزایش تنفس نوری) نیز سبب کاهش فتوسنتز (۱۳) و به دنبال آن عملکرد شده و در نتیجه کارایی مصرف آب کاهش می‌یابد.

به‌طور کلی با مقایسهٔ میزان آب مصرفی (جدول ۴)، عملکرد علوفهٔ خشک و نسبت برگ به ساقه در تیمار آبیاری‌سنتی با آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک ملاحظه شد که با صرفه جویی ۲۵ درصد در کل آب مصرفی عملکرد علوفهٔ خشک در رقم بغدادی در حدود ۹ درصد و در سایر ارقام در حدود ۱۵ درصد کاهش یافت. در حالی‌که نسبت برگ به ساقه با کاهش مقدار آب مصرفی تا تیمار ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک در حدود ۲۲ درصد (میانگین کل ارقام) افزایش یافت و این موضوع بدین معنی‌است که بخش عمده‌ای از کاهش عملکرد علوفه ، مربوط به کاهش سهم ساقه در علوفهٔ تولیدی می‌باشد (جدول۲ و ۳). بنابراین گرچه عملکرد کمی علوفه کاهش یافته است اما کیفیت آن به دلیل بالا رفتن سهم برگ‌ها افزایش یافته است، زیرا نسبت برگ به ساقه یکی از فاکتورهای بسیار اساسی در تعیین کیفیت علوفه یونجه می‌باشد (۲۲) بدیهی است که سهم برگ‌ها مهم‌ترین فاکتور در تعیین کیفیت علوفهٔ بوده (۲۰) زیرا تقریباً ۲/۳ (نزدیک به۷۰ درصد) از پروتئین خام، نیمی از کاروتن و در حدود ۹۰ درصد از ویتامین‌ها و املاح یونجه در برگ‌ها قرار دارد (۲۴). بنابراین از یک‌طرف به‌نظر می‌رسد، با کسر سهم آب صرفه‌جویی شده در هزینه‌های تولید و افزایش قیمت علوفه به دلیل بالاتر بودن درصد پروتئین (چنانچه قیمت‌گذاری علوفه براساس درصد پروتئین باشد) ، سود خالص افزایش یافته و از طرف‌دیگر با اختصاص آب صرفه‌جویی شده می‌توان سطح زیر کشت را تا ۳۰ درصد افزایش داد.

نتیجه گیری

این پژوهش با هدف کاهش مصرف آب در زراعت یونجه به اجرا درآمد. نتایج حاکی از آن بود که با کاهش ۲۵ درصدی آب مصرفی در آبیاری پس از ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک نسبت به آبیاری مرسوم، تنها ۱۰ درصد کاهش محصول خواهیم داشت. قابل ذکر است که قسمت عمدهٔ این کاهش مربوط به عملکرد ساقه بوده، در حالی‌که عملکرد برگ که تعیین کننده ارزش غذایی علوفه است از نوسانات کمتری برخوردار می‌باشد که این موضوع موجب افزایش کیفیت علوفه تولیدی خواهد شد. در میان ارقام یونجه مورد بررسی، رقم‌های بغدادی و مساسرسا بالاترین عملکرد و کارایی مصرف آب را داشتند.

1- Berrada
2- Water Use Efficiency (WUE=Y/ETc)

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱- ابراهیمی پاک، ن. ع. ۱۳۷۹. بهینه سازی کم آبیاری بر اساس تابع مصرف آب- عملکرد محصول یونجه همدانی در شهرکرد. مجموعه مقالات دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۳۸ : ۲۸۸-۲۷۹.

۲- اسیلان، ک. س، و س. حاجیلویی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر صفات کمی و کیفی ارقام یونجه Medicago sativa (L.). فصلنامه علمی اکولوژی گیاهان زراعی، ۲(۱): ۵۱-۴۱.

۳- افشارمنش، غ.، حیدری‌شریف‌آباد، ح.، مظاهری، د. ، نورمحمدی، ق. و ح . مدنی. ۱۳۸۷ . بررسی اثر تنش کم آبی بر روی عملکرد علوفه خشک و کارایی مصرف آب ارقام یونجه(Medicago sativa L.). مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۸ : ۱۴۰-۱۳۲.

۴- خلفی، م. ۱۳۷۶ . بررسی تأثیر مصرف کود فسفر بصورت سرک بر روی یونجه. گزارش نهایی طرح پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول.

۵- جارالهی، ر. و م. مهدویان. ۱۳۷۹. واکنش عملکرد محصول نسبت به آب. سری نشریات آبیاری و زهکشی، نشریه شماره، ۳۳، ۱۲۸ صفحه.

۶- طباطبایی، س.ع. و ا. آناقلی. ۱۳۸۵ .ارزیابی مقاومت به خشکی یونجه‌های گرمسیری. مرکز مقالات کشاورزی کشاورز تنها، گزارش طرح پژوهشی مرکز ملی تحقیقات شوری.

۷- عبادی خزینه‌قدیم، ع. ۱۳۷۸. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک افزایش عملکرد در یونجه های دیم. رساله دکتری رشته زراعت (فیزیولوژی گیاهان زراعی)، دانشگاه تربیت مدرس.

۸- کافی، م.، برزویی، ا.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و ج. نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

9- Balik, m., Grismer, M. E. and C. Todl. 2001. Reduced run off irrigation of alfalfa in Imperial Valley, California. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 127: 123 – 130.

10- Berrada, A. 2005. Alfalfa response to water deficit using subsurface drip irrigation. Colorado State University, Agricultural experiment station. Technical Bull. TB05 – 01, FT Collins.

11- Bouizgaren, A., Kallida, R. and C. Alfaiz. 2010. Evaluation of drought tolerance variability in mediterranea alfalfa cultivars in the field under Moroccan conditions . Sustainable use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding, part 4: 283-287.

12- Buxton, D. R. 2004. Growing quality forages under variable environmental conditions USDA. Iowa State University, USA.

13- Chaves, M. M., Flexas, J. and C. pinheiro. 2009. photosynthesis unde drought and salt stress regulation mechanisms from whole plant to cell. Annuals of Botany, 103: 551-560.

14- Chaves, M. M., Pereira, J. S., Maroco, J. P., Rodrigues, M. L., Riccardo, C. P. P., Osorio, M.L., Carvalho, T., Faria, T. and C. pincheiro. 2002. How plant cope with water steress in the field. Photosynthesis and growth. Annuals of Botany, 89: 907-916.

15- FAO. 2002. Crop water management alfalfa. Available at. http// www. FAO. Org/ AG/ agl w/ crop water/alfalfa.Strn.

16- Hamidi, H. and A. Safarnejad. 2010. Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage. American-Eurasian Journal Agriculture & Environement Sciences, 8 (6): 705-709.

www.SID.ir

Archive of SID

17- Martens, D. 2007. Manegment of drought stressed alfalfa. Available at Http:/www.Co.stearns.Usldocum-ents/ E×T 07242007WC. Pdf

18- Moghadam, A. 2010. The effect of drought stress on morpho-physiological traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes under organic farming. Ph.D. Thesis (Dr. nat. techn.). Univerrsity of Natural Resources and Applied Life Sciences of Vienna , Departement of Sustainable Agricultural System, (Austria) .p.121.

19- Munns, R., James, R. A. and A. Lauchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57: 1025-1043.

20- Marković, J., Štrbanović, R., Cvetković, M., Anđelković, B. and B. Živković. 2009. Effect of growth stage on the mineral concentrations in alfalfa (*Medicago sativa* L.)leaf , stem and the whole plant. Biotechnology in Animal Husbandry, 25 (5-6): 1225-1231.

21- Petcu, E., Schitea, M. and V. E. Cirstea. 2009. The effect of water stress on cuticular transpiration and its association with alfalfa yield .Romanian Agricultural Research, N., 26: 53-56.

22- Orloff, S. and D. Putnam1. 2004. Balancing yield, quality and persistence. Proceedings, National Alfalfa Symposium, 13-15 December, San Diego.

23- Sengul, S. 2002. Yield components, morphology and forage quality of native alfalfa ecotypes. Online Journal of Biological Science. 2 (7): 494 – 498.

24- Pioneer Hi-Bred International. 2008. Lucern Manual. Pioneer Hi-Bred International, Inc. in New Zealand, pp:29. www.pioneer.co.nz

25- Shewmaker, G. E., Wright, J. L. and R. G. Allen. 2002. Alfalfa irrigation. University of Idaho Internet: ttp//www.Uidaho.ed/ag/extension/drought/irrigation alfalfa.pdf.

26- Sheaffer, C. C., Martin, N. P., Lamb, J. F. S., Cuomo, G. R., Jewett, J. G. and S. R. Quering. 2000. Leaf and stem properties of alfalfa entries. Agronomy Journal, 92(4): 733-739.

www.SID.ir