علوم و مهندسی آبیاری
جلد ٤١، شماره‌ی ١، بهار ٩٧، ص. ١١٤-٩٩

تأثیر برهمکنش شوری، خشکی و چین برداشت بر عملکرد کمی و کیفی و کارایی سورگوم علوفه‌ای در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی(مطالعه موردی: دشت سیستان)

حلیمه پیری[1*]، حسین انصاری[2] و مهدی پارسا[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک، گروه مهندسی آب. h_piri2880@uoz.ac.ir
۲- استاد، عضو هیات علمی گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- دانشیار، عضو هیات علمی گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد.

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۱۱

چکیده

بهره‌برداری از منابع آب و خاک با کیفیت کم می‌تواند به عنوان یک گزینه مناسب برای تولید در کشورهای در حال توسعه مورد نظر قرار گیرد به همین منظور در این تحقیق اثر سطوح مختلف شوری (۲، ۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر)، سطوح مختلف آب آبیاری(۱۲۰، ۱۰۰، ۷۵ و۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) و چین برداشت بر برخی پارامترهای کمی و کیفی گیاه سورگوم علوفه‌ای در منطقه سیستان مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان با ۱۲ تیمار و سه تکرار در سه مرحله چین برداشت انجام گرفت. نتایج نشان داد با افزایش شوری و کاهش عمق آب آبیاری عملکرد و کارایی علوفه تر و خشک کاهش یافت اما از این نظر بین تیمار آبیاری کامل و تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. هم‌چنین بین تیمارهای آب با شوری دو و پنج دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری از نظر تولید علوفه مشاهده نشد. نتایج مربوط به اثر چین برداشت نشان داد مقدار عملکرد علوفه تر و خشک در چین دوم بهتر از چین اول و سوم بود. با افزایش شوری و کاهش عمق آب آبیاری مقدار غلظت دیواره سلولی عاری از سلولز (ADF) گیاه کاهش و مقدار غلظت دیواره سلولی همی سلولز (NDF) و کل مواد مغذی قابل هضم(TDN) افزایش یافت. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده و با توجه به کمبود آب در منطقه می‌توان آبیاری این گیاه را با ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و با شوری پنج دسی زیمنس بر متر انجام داد بدون آن که تأثیر معنی‌دار در میزان علوفه تولید شده داشته باشد و از آب ذخیره شده در جای دیگر استفاده نمود. هم‌چنین بهترین برداشت علوفه از نظر کیفیت جهت مصرف دام برداشت دوم بود.

کلید واژه‌ها: سورگوم، غلظت دیواره سلولی همی سلولز و عاری از سلولز و کل مواد مغذی قابل هضم.

مقدمه

روند کنونی و پیش‌بینی‌های آینده حاکی از نیاز روز افزون به تولید غذای بیشتر برای جمعیت در حال گسترش است که این امر منجر به استفاده از منابع آب و زمین‌های مستعد برای شور شدن تولید محصولات زراعی خواهد شد. لذا استفاده از گیاهان متحمل به شوری یا شورزیست‌ها را ضروری خواهد کرد (Khan et., 2002). سورگوم علوفه‌ای از جمله گیاهان متحمل به شوری است که می‌تواند منبع خوبی از علوفه را در شرایط آبیاری با آب شور فراهم کند. توجه به کیفیت محصول تولیدی، باعث شده که ارزش محصولات بر اساس کیفیت آن‌ها برآورد شود. بنابراین همانند بسیاری از محصولات زراعی، در تولید گیاهان علوفه‌ای نیز باید به کیفیت آن‌ها توجه شود. کیفیت علوفه، به مجموع کل مواد تشکیل دهنده گیاهی اطلاق می‌شود که استفاده دام از غذا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به عبارت دیگر، کیفیت علوفه می‌تواند به عنوان تابعی از مصرف علوفه و قابلیت هضم آن باشد (Paterson et al., 1994). درک کامل علت قابلیت هضم متفاوت بین گیاهان علوفه‌ای و بافت‌ها در یک گیاه به منظور بهبود قابلیت هضم و اصلاح گیاهان علوفه‌ای بسیار مهم می‌باشد. تغذیه نشخوارکنندگان اهلی با علوفه با کیفیت موجب بهبود رشد و افزایش تولید در آن‌ها می‌شود. گیاهان علوفه‌ای حاوی توده‌ای از بافت‌های مختلف هستند که سهم زیادی از آن را بافت‌هایی تشکیل می‌دهند که تراکم دیواره سلولی در آن‌ها بالا است و قابلیت هضم پایینی دارند. بنابراین افزایش قابلیت هضم دیواره سلولی یکی از عمده ترین رهیافت‌ها برای بهبود تولید در دام‌ها است و بهبود ژنتیکی موفقیت‌آمیز در کیفیت علوفه نیازمند

انتخاب صفات مناسبی است که رابطه قوی با قابلیت هضم دیواره سلولی داشته باشند (Nabati et al., 2014). گیاهان علوفه‌ای در تعلیف دام و در نتیجه تأمین نیاز انسان از نظر فراورده‌های دامی از اهمیت غیر قابل انکاری برخوردار هستند. متأسفانه در ایران به تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای، در مقایسه با سایر گیاهان زراعی کمتر توجه می‌شود. در نتیجه از یک طرف عدم توجه لازم به افزایش کمی و کیفی علوفه، موجب کمبود گوشت و مواد لبنی و کاهش کیفیت آن‌ها شده و از سوی دیگر بر اثر فشار دام بر جنگل‌ها و مراتع طبیعی به نابودی بخش عظیمی از پوشش گیاهی منجر شده است. بنابراین، توجه به زراعت گیاهان علوفه‌ای با روش علمی در کشور که با رشد بی‌رویه جمعیت و کمبود مراتع غنی مواجه است، اهمیت خاصی می‌یابد (Noroozi et al., 2015). تنش خشکی از طریق کاهش رشد در ذرت، کاهش غلظت کلروفیل در سویا، کاهش میزان پروتیین‌های محلول در گیاه آفتابگردان،کاهش هدایت روزنه‌ای در گندم و کاهش سرعت فتوسنتزی در سویا سبب کاهش عملکرد می‌شود. خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه اثر می‌گذارد و موجب کاهش رشد اندام هوایی و کاهش تولید ماده‌ی خشک می‌شود (Tadayon and Nadali., 2014). سورگوم یکی از گیاهان علوفه‌ای مهمی است که به طور وسیعی به‌عنوان علوفه تابستانه در عمده کشورهای خشک و نیمه خشک جهان کشت می‌شود. سورگوم علوفه‌ای به عنوان علوفه سبز، خشک، سیلویی و یا حتی برای چرای مستقیم دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rezvani Moghaddam and Nasir Mahallati., 2004). در تولید گیاهان علوفه‌ای، علاوه بر عملکرد ماده خشک، کیفیت علوفه نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کیفیت هر علوفه‌ای عمدتا تابعی از عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی است (Rattunde et al., 2001). با توجه به این‌که تغییر عوامل ژنتیکی در کوتاه مدت امکان پذیر نیست لذا از طریق تغییر عوامل محیطی می‌توان مواد مغذی مصرفی توسط دام‌ها از گیاهان علوفه‌ای را با تغییراتی بهبود بخشید (Minson and McLeod., 1970). در پژوهشی اثر تنش خشکی بر روی سورگوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه نسبت به شاهد، کاهش یافت (Innes and Black., 2001). در پژوهشی دیگر در مورد رژیم‌های مختلف آبیاری سورگوم، نتایج نشان داد مصرف متعادل آب آبیاری در طول مراحل رشد و نمو گیاه سبب افزایش دوره رسیدگی و مقدار محصول می‌شود. قطع آبیاری در مرحله‌ی ۸ برگی و نیز قطع آب تا پایان فصل رشد موجب کاهش شدید عملکرد و اجزای آن می‌شود (Younesi and Sharifzade, 2010). Nasrallahi and Hooshmand and Broomand Nasab (2015) واکنش ذرت به شوری را تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد با افزایش شوری عملکرد دانه، ارتفاع و وزن هزار دانه و بهره‌وری آب کاهش یافت. منطقه سیستان یکی از مناطق مهم برای توسعه سورگوم در کشور می‌باشد و از نظر سطح زیر کشت ذرت و سورگوم علوفه‌ای رتبه پانزدهم را در بین استان‌های کشور دارا می‌باشد. سطح زیر کشت سورگوم در منطقه سیستان در سال‌های پرآبی بطور متوسط ۲۰۰۰ هکتار بوده است. سطح زیرکشت سورگوم و ذرت علوفه‌ای در استان سیستان و بلوچستان۷۴۹۶ هکتار گزارش شده است (Unknown, 2009). کمبود آب در دشت سیستان، یک مسئله جدی و دارای اهمیت است. تنها منبع آب منطقه، رودخانه هیرمند می‌باشد که از کوه‌های بابا یغمای افغانستان سرچشمه می‌گیرد و بحران آب منطقه، ناشی از کمبود آب در این رودخانه بوده به گونه‌ای که عدم تأمین آب هیرمند منجر به نابودی کشاورزی منطقه گردیده است. لذا برنامه‌ریزی برای استفاده هر چه بهتر از منابع آب، ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. با انتخاب روش مناسب برای مدیریت آب شور می‌توان تا حد امکان از کاهش عملکرد محصول جلوگیری کرد و تقاضا برای آب غیر شور را کاهش داد. بنابراین در این مطالعه به بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری و آب آبیاری و چین برداشت بر عملکرد گیاه سورگوم علوفه‌ای پرداخته شده است تا از نتایج حاصل از آن جهت برنامه‌ریزی مناسب برای افزایش تولیدات کشاورزی در شرایط خاص (محدودیت شوری و آب) استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۴ در مزرعه کشاورزی واقع در شهر زهک در منطقه سیستان در استان سیستان و بلوچستان در عرض جغرافیایی ۶۱ درجه و ۶۷ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۳۰ درجه و ۸۹ دقیقه شمالی انجام گرفت. منطقه مطالعاتی دارای اقلیم گرم و خشک بوده، میزان بارندگی آن در سال کمتر از ۶۰ میلی‌متر می‌باشد. به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از مراحل آماده‌سازی زمین نمونه‌های خاک از اعماق ۳۵-۰ سانتی‌متر، ۷۰-۳۵ سانتی‌متر و ۱۰۰-۷۰ سانتی‌متری خاک برداشت و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (جدول۱). مقدار کود با توجه به نتایج تحلیل خاک تعیین و در اختیار گیاه قرار گرفت. مقادیر متوسط برخی خصوصیات آب آبیاری در تیمارهای مختلف نیز در جدول (۲) آورده شده است.

جدول۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

عمق نمونه برداری	درصد سیلت	درصد شن	درصد رس	بافت خاک	pH	ظرفیت زراعی(٪)	نقطه پژمردگی(٪)	EC (dSm^-)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	کربن آلی(٪)
۰-۳۵	۳۰	۶۲	۸	شن لوم	۸	۲۱	۹	۱/۱	۱۳۹	۲/۱	۱/۶
۳۵-۷۰	۳۲	۵۵	۱۳	شن لوم	۷/۸	۲۵	۱۱	۱	۱۴۱	۲/۲	۱/۵
۷۰-۱۰۰	۳۲	۴۹	۱۹	لوم	۷/۵	۳۰	۱۴	۱	۱۳۸	۲/۴	۱/۲

جدول۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری در سطوح مختلف شوری

نمونه آب	pH	EC (dSm^-)	SAR	کاتیون ها($meqlit^-$)				آنیون ها($meqlit^-$)		
				Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	$HCo3^-$	CL	$So4^{2-}$
S1	۸	۲	۷/۱	۳/۵	۲/۵	۱۳/۱	۰/۰۷	۴/۷	۸/۳	۶/۲
S2	۷/۵	۵	۸/۳	۱۶/۹	۵/۷	۲۸/۹	۰/۴	۱۰/۱	۲۳/۵	۱۸/۸
S3	۷/۹	۸	۹/۱	۲۱/۳	۱۰/۹	۳۷/۱	۰/۶۵	۹/۱	۳۲/۹	۲۷/۹

به‌منظور دستیابی به اهداف مورد نظر، تحقیق حاضر در قالب طرح فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان اجرا گردید. تیمارها شامل سه فاکتور شوری آب آبیاری (s2،s1 و s3 به ترتیب معادل ۲ ،۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر) و چهار سطح عمق آب آبیاری (I1 ، I2 ، I3 و I4 به ترتیب معادل۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه سورگوم) و سه چین برداشت علوفه در سه تکرار اجرا شد. ابعاد کرت‌ها ۴ *۳ (متر در متر) و فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. کشت به صورت ردیفی با فاصله ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های ۷/۵ سانتی‌متر از یکدیگر انجام گرفت. برای هر ردیف کشت یک نوار آبیاری زیر سطحی در عمق ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. لوله‌های آبیاری قطره‌ای استفاده شده دارای قطر ۱۶ میلی‌متر و مجهز به قطره‌چکان داخل لوله با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر بود. برای افزایش مقاومت گیاهچه به شوری، کلیه تیمارها تا بیست روز اول کشت با آب با شوری ۲ دسی زیمنس بر متر و به صورت کامل آبیاری شدند، بعد از آن تیمارها اعمال گردید. پلان آماری طرح مورد نظر در شکل ۱ ارائه شده است.

تعیین دور آبیاری و نیاز آبی گیاه

دور آبیاری برای گیاه سورگوم با توجه به بافت خاک و ظرفیت نگهداشت آب در خاک و بررسی‌های محلی سه روز در نظر گرفته شد. برای تعیین نیاز آبی گیاه از روش تشت تبخیر استفاده گردید. داده‌های مربوط به تشت تبخیر از سازمان آب شهرستان زابل اخذ گردید و مقدار آب آبیاری به‌کار رفته بر اساس تلفات تبخیر تعرق واقعی گیاه (Etc) در فاصله سه روزه (دور آبیاری) با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$v = \frac{l.s.kp.kc.kr.ETp}{Ea} \qquad (۱)$$

V: حجم آب آبیاری(متر مکعب) l:طول کرت(متر)

s:عرض کرت(متر) Kp :ضریب تشت(۰/۷)

kc: ضریب گیاهی kr:ضریب سایه انداز

Etp: تبخیر از تشت (متر) Ea : راندمان سیستم

حجم آب آبیاری با استفاده از کنتور نصب شده بر روی لوله آبرسان اندازه‌گیری شد. حجم آب سایر تیمارها بر اساس این حجم تعیین و اعمال گردید (Alizadeh, 2002).

S3				S2				S1			
I75	I100	I50	I120	I50	I120	I75	I100	I120	I100	I75	I50
S۲				S1				S3			
I120	I50	I100	I75	I120	I75	I100	I50	I75	I50	I120	I100
S۱				S۳				S۲			
I50	I75	I120	I100	I75	I100	I50	I120	I100	I50	I75	I120

شکل۱-پلان آماری طرح

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس(میانگین مربعات و درجه آزادی) صفات اندازه‌گیری شده سورگوم علوفه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه خشک	عملکرد علوفه تر	کارایی تر	کارایی خشک	NDF	ADF	TDN
بلوک(تکرار)	۲	۰/۱۳۱ ns	۰/۴۳ ns	۰/۰۲۱ ns	۰/۲۱ ns	۲/۶۲ ns	۰/۰۶۶ ns	۰/۱۳ ns
شوری(A)	۲	۴۰۸/۳۵ **	۳۷۴۶/۳۹ **	۱۶۲/۱۲ **	۱۹/۳۳ **	۱۷/۰۱ **	۳۹/۵۸ **	۵۳۲/۲۳ **
مقدار آب آبیاری(B)	۳	۴۶۷/۵۴ **	۳۹۲۵/۲۵ **	۹/۳۹ **	۱ ns	۱۰۲/۹۲ **	۱۹۵/۷ **	۱۲۸/۶۱ **
شوری و مقدار آب آبیاری(A*B)	۶	۱۶/۴۸ **	۱۸۳/۰۷ **	۱/۹۳ **	۰/۵ ns	۰/۰۱۳ ns	۰/۱۱۳ **	۱/۳۷ **
خطا (A *B)	۲۲	۰/۰۹۸	۰/۱۱۵	۰/۰۱۱	۰/۱۳۹	۰/۸۳	۰/۰۱۵	۱/۳۷
چین برداشت(C)	۲	۴۱۲/۱۳ **	۳۳۶۲/۴۲ **	۴۶۸/۶۵ **	۴۸/۰۳ **	۴۶/۴۳ **	۱۵۶/۰۴ **	۲۱۴۸/۳۳ **
شوری و چین برداشت(A *C)	۴	۱۶/۹۱ **	۸۲/۶۳ **	۱۳/۷۳ **	۰/۸۷ **	۰ ns	۰/۰۵۸ **	۰/۱۹ **
مقدار آب آبیاری و چین برداشت(B*C)	۶	۲۵/۸۹ **	۱۹۳/۹۴ **	۳/۰۴ **	۰/۵۲ ns	۱/۶۱ **	۰/۰۹ **	۶/۹۵ **
شوری و مقدار آب آبیاری و چین برداشت(A*B*C)	۱۲	۱/۴۲ **	۱۱/۶۳ **	۰/۳۱ **	۰/۶۴ **	۰/۰۱۴ ns	۰/۰۹۹ **	۱/۰۵ **
خطای C	۴۸	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۱۱	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵

*و **معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد، ns عدم معنی‌داری.

نمونه‌برداری گیاهی

زمان برداشت سورگوم علوفه‌ای با توجه به تعداد چین‌برداری بسته به ارقام مختلف متفاوت است. ارقام زودرس مثل واریته اسپیدفید (Speedfeed) را می‌توان براساس شروع گلدهی برداشت نمود. در این طرح سه بار برداشت علوفه انجام شد. در هر بار زمانی که پنج درصد بوته‌های کشت شده به گل‌دهی رسیدند، برداشت انجام گرفت. نمونه‌گیری به این صورت بود که در هر چین از هر کرت سه بوته برداشت و برای اندازه‌گیری پارامترهای مذکور به آزمایشگاه منتقل گردید. در هر بار برداشت عملکرد عملکرد تر و خشک علوفه، کارایی مصرف آب و خصوصیات کیفی همچون غلظت دیواره سلولی همی سلولز (Neutral Detergent Fiber)، عاری از سلولز(Acid detergent fiber) و کل مواد مغذی قابل هضم (Total Digestible Nutrient) گیاه اندازه‌گیری شد. وزن خشک اندام هوایی با قرار دادن نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷۲ ساعت، به دست آمد. داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

کارایی مصرف آب آبیاری(Irrigation Water Use Effecient)

کارایی مصرف آب آبیاری(IWUE)که عبارت است از: نسبت محصول به آب آبیاری. از رابطه (۲) به‌دست آمد (Peyro et al, 2009).

$$IWUE = \frac{Y}{IR} \qquad (۲)$$

IWUE: کارایی مصرف آب آبیاری IR: مقدار آب آبیاری(متر مکعب)

Y: مقدار محصول برداشت شده(kg/ha)

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده سورگوم علوفه‌ای در تیمارهای مختلف در جدول (۳) آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سه عامل کم آبی، شوری و برداشت بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. اثر تکرار بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده شرایط یکنواخت آزمایش برای همه تکرارها بوده است (جدول۳). نتایج میانگین صفات اندازه‌گیری شده سورگوم علوفه‌ای در تیمارهای مختلف در جداول (۴)، (۵)، (۶) و (۷) آورده شده است.

جدول٤-مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده سورگوم علوفه‌ای

تیمارهای آزمایشی		عملکرد علوفه خشک	عملکرد علوفه تر	کارایی تر	کارایی خشک	TDN	NDF	ADF
سطوح شوری (ds/m)	ECiw=۲	۱۶/۴۱ a	۴۴/۶۴ a	۹/۴۴ a	۴۰/۷۳ c	۴۴/۶۴ a	۱۰/۴۵ c	۱۳/۲۱ a
	ECiw=۵	۱۲/۸۸ b	۳۷/۴۴ a	۷/۸۹ a	۴۴/۷۹ b	۳۷/۴۴ a	۱۱/۱۲ b	۱۲/۱۵ b
	ECiw=۸	۹/۶۸ c	۲۴/۵۱ b	۵/۲۴ b	۴۸/۴۲ a	۲۴/۵۱ b	۱۱/۸۳ a	۱۱/۱۱ c
مقدار آب آبیاری	۱۲۰٪ نیاز آبی	۱۶/۷۹ a	۴۷a	۶/۹۹ a	۴۱/۹ d	۴۷a	۸/۹۷ d	۱۴/۵ a
	۱۰۰٪ نیاز آبی	۱۵/۴۱ ab	۴۱/۵۷ ab	۸/۳۵ a	۴۴/۱۴ c	۴۱/۵۷ ab	۱۰/۱۰ c	۱۴/۱۱ b
	۷۵٪ نیاز آبی	۱۲/۳۶ b	۳۴/۳۵ b	۷/۴۹ a	۴۵/۵۲ b	۳۴/۳۵ b	۱۲/۱۸ b	۱۱/۲۸ c
	۵۰٪ نیاز آبی	۷/۴ c	۱۹/۲ c	۷/۲۵ a	۴۷/۰۳ a	۱۹/۲ c	۱۳/۲۸ a	۸/۷۴ d
شماره چین	اول	۱۳/۹۷ a	۳۸/۰۸ b	۳/۹ c	۳۶/۹۱ c	۳۸/۰۸ b	۹/۹۶ c	۱۴/۲۴ a
	دوم	۱۵/۷۷ a	۴۳/۶۶ a	۷/۵۶ b	۴۴/۶۶ b	۴۳/۶۶ a	۱۱/۲۲ b	۱۲/۶۶ b
	سوم	۹/۲۲ b	۲۴/۸۴ c	۱۱/۱۱ a	۵۲/۳۶ a	۲۴/۸۴ c	۱۲/۲۲ a	۱۰/۰۷ c

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۵-مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و آب آبیاری

شوری آب آبیاری(ds/m)	مقدار آب آبیاری	علوفه خشک	علوفه تر	کارایی تر	کارایی خشک	TDN	NDF	ADF
EC=۲	۱۲۰٪ نیاز آبی گیاه	g۲۱/۱۸	k۵۸/۷۶	d۸/۷۹	d۳/۱۶	a۳۸/۳۲	a۸/۲۷	f۱۵/۷۲
	۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه	f۱۹/۸۱	i۵۳/۰۴	e۹/۵۹	e۳/۹۵	a۳۹/۸۲	b۹/۴۴	f۱۵/۱
	۷۵٪ نیاز آبی گیاه	d۱۵/۷۶	f۴۳/۷۵	e۱۰/۶۹	e۳/۷۹	b۴۱/۳۷	d۱۱/۴۷	c۱۲/۲۸
	۵۰٪ نیاز آبی گیاه	b۸/۸۸	c۲۳	d۸/۶۹	e۳/۴۲	c۴۳/۴۳	e۱۲/۶۲	b۹/۷۴
EC=۵	۱۲۰٪ نیاز آبی گیاه	e۱۶/۶۳	h۴۹/۷۸	c۷/۴۸	b۲/۵۱	b۴۱/۸۳	a۸/۹۴	e۱۴/۳۳
	۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه	۱۵d/۰۷	g۴۴/۱	c۷/۹۴	c۲/۶۴	c۴۴/۲۲	c۱۰/۰۵	e۱۴/۱۴
	۷۵٪ نیاز آبی گیاه	c۱۲/۵۳	e۳۶/۷۲	d۸/۷۴	c۲/۹۷	d۴۵/۸۶	e۱۲/۲۱	c۱۱/۳۵
	۵۰٪ نیاز آبی گیاه	a۷/۳	b۱۹/۱	c۷/۳۹	c۲/۸۷	e۴۷/۲۵	f۱۳/۲۸	a۸/۷۸
EC=۸	۱۲۰٪ نیاز آبی گیاه	c۱۲/۵۶	f۴۳/۳۳	a۴/۷۱	a۱/۹۶	d۴۵/۵۴	b۹/۷	d۱۳/۴۵
	۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه	c۱۱/۳۴	d۲۷/۵۳	a۴/۹۵	a۱/۸۹	e۴۸/۳۸	c۱۰/۸۲	d۱۳/۱
	۷۵٪ نیاز آبی گیاه	b۸/۷۸	c۲۲/۵۷	b۵/۶۸	b۲/۴۲	f۴۹/۳۴	e۱۲/۸۶	b۱۰/۲۱
	۵۰٪ نیاز آبی گیاه	a۶/۰۲	a۱۵/۴۸	b۵/۶۳	b۲/۲	f۵۰/۴۲	f۱۳/۹۳	a۷/۷

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول٦- مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و چین برداشت

شوری آب آبیاری(ds/m)	چین برداشت	علوفه تر	علوفه خشک	کارایی تر	کارایی خشک	TDN	NDF	ADF
EC=۲	اول	e۴۷/۵۸	e۱۷/۴۴	b۴/۸۵	b۲/۲۲	a۳۲/۹۴	a۹/۲۷	g۱۵/۲۶
	دوم	f۵۴/۸۶	f۲۰/۳۳	e۹/۴۷	d۳/۹۹	c۴۰/۸۳	b۱۰/۵۴	e۱۳/۲۶
	سوم	c۳۱/۴۷	c۱۱/۴۶	g۱۴	e۴/۵۲	e۴۸/۴۴	c۱۱/۵۵	c۱۱/۱
EC=۵	اول	d۴۰/۰۵	d۱۴/۰۵	b۴/۰۸	a۱/۴۳	b۳۷/۱۴	a۹/۹۵	f۱۴/۱۸
	دوم	e۴۶/۰۷	d۱۵/۶	dv/۹۲	b۲/۷۳	d۴۴/۸۵	c۱۱/۲	d۱۲/۱۵
	سوم	b۲۶/۱۸	b۹	f۱۱/۶۶	d۴/۰۸	f۵۲/۳۹	d۱۲/۲۱	b۱۰/۱۳
EC=۸	اول	b۲۶/۶	b۱۰/۴۳	a۲/۷۶	a۱/۱۳	c۴۰/۶۷	b۱۰/۶۵	e۱۳/۲۷
	دوم	c۳۰/۰۴	c۱۱/۳۹	c۵/۲۹	b۲/۱۴	e۴۸/۳۲	c۱۱/۹۱	c۱۱/۰۸
	سوم	a۱۶/۸۷	av/۲۱	dv/۶۸	d۴/۰۸	g۵۶/۲۷	d۱۲/۹۱	a۸/۹۹

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۷-مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و چین برداشت

مقدار آب آبیاری	چین برداشت	علوفه تر	علوفه خشک	کارایی تر	کارایی خشک	TDN	NDF	ADF
۱۲۰٪ نیاز آبی گیاه	اول	g۵۰/۲۸	e۱۸/۱۷	a۳/۷	a۱/۴۳	a۳۴/۴۷	a۷/۹۱	g۱۶/۶۸
	دوم	h ۵۹/۵۶	f۲۰/۶۱	c۷/۴۷	c۲/۶۸	c۴۲/۵	b۸/۹۸	f۱۴/۵۵
	سوم	d۳۱/۱۳	c۱۱/۶	d۹/۸۱	e۳/۵۲	d۴۸/۷۲	c۱۰/۰۲	d۱۲/۲۶
۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه	اول	f۴۴/۷۸	e۱۷/۲۷	b۳/۹۶	b۱/۷۱	a۳۵/۶۲	b۹/۲۱	g۱۶/۱۳
	دوم	g۵۱/۴۳	e۱۸/۶۸	c۷/۷۴	d۳/۰۸	c۴۴/۱۶	c۱۰/۱۶	f۱۴/۱۲
	سوم	d۲۸/۴۸	c۱۰/۲۶	e۱۰/۷۷	e۳/۶۹	e۵۲/۶۴	c۱۰/۹۴	d۱۲
۷۵٪ نیاز آبی گیاه	اول	e۳۷/۳۶	d۱۳/۲۴	b۴/۴۱	b۱/۸۱	b۳۷/۳۵	d۱۱/۳۲	e۱۳/۴
	دوم	f۴۱/۰۶	d۱۵/۱۴	d۸/۲۴	d۳/۱۸	d۴۵/۲۴	e۱۲/۱۱	c۱۱/۲۳
	سوم	c۲۴/۶۲	b۸/۷	f۱۲/۴۲	f۳/۹۹	e۵۳/۹۸	f۱۳/۱۲	b۹/۲۲
۵۰٪ نیاز آبی گیاه	اول	b۱۹/۸۷	av/۲	a۳/۵۱	a۱/۴۳	b۴۰/۲۲	d۱۱/۴	c۱۰/۷۴
	دوم	c۲۲/۵۷	b۸/۶۶	c۶/۷۹	c۲/۸۷	d۴۶/۷۶	f۱۳/۶۲	b۸/۷۵
	سوم	a۱۵/۱۳	a۶/۳۴	e۱۱/۴۵	f۴/۳۸	e۵۴/۱۲	g۱۴/۸۲	a۶/۷۳

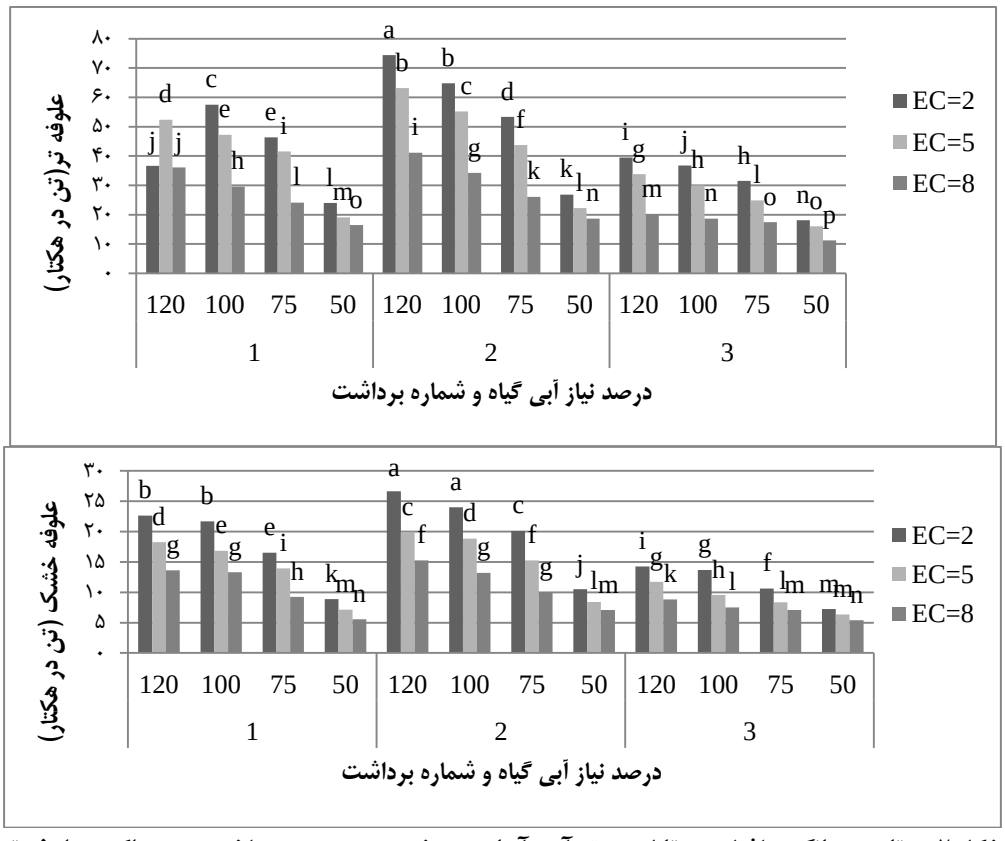
عملکرد علوفه

عملکرد علوفه در پایان هر برداشت اندازه‌گیری شد. بیشترین عملکرد علوفه تر (۷۴/۴۶ تن در هکتار) و علوفه خشک (۲۶/۶۶ تن در هکتار) مربوط به تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه و شوری دو دسی زیمنس بر متر و برداشت دوم و کمترین آن (۱۱/۲۳ تن در هکتار علوفه تر و ۵/۴ تن در هکتار علوفه خشک) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و شوری هشت دسی زیمنس بر متر و برداشت سوم می‌باشد. شوری و کم آبی باعث کاهش عملکرد علوفه شد. یکی از اثرات شوری در گیاهان جلوگیری از جذب آب و ایجاد تنش خشکی است. با گذشت زمان و به دلیل بالا بودن پتانسیل اسمزی، جذب آب و مواد غذایی کاهش یافته و به دلیل اختلال در فتوسنتز، کاهش توسعه برگ‌ها، کاهش تولید انشعابات ساقه و کاهش طول ساقه در مجموع باعث کاهش وزن تر اندام هوایی می‌شود (Sarmadnia, 1994) همچنین شوری باعث کاهش مقدار هدایت روزنه‌ای، تعرق و میزان آب نسبی می‌شود که بر کاهش وزن تر اندام هوایی تأثیر می‌گذارد (Sabet Teimoori, 2008).

یکی از دلایل کاهش عملکرد را می‌توان به کاهش فتوسنتز در نتیجه‌ی تنش حاصل از تجمع نمک در محدوده ریشه نسبت دادکه این مسأله می‌تواند در نتیجه کاهش ورود دی اکسید کربن به دلیل کاهش هدایت روزنه و هم‌چنین کاهش سطح برگ باشد (Netondo, Onyango and Beck., 2004). از سوی دیگر، افزایش پتانسیل اسمزی در نتیجه‌ی حضور نمک در محدوده ریشه و کاهش آن در سلول‌های گیاهی، موجب تغییر در مسیر انتقال فراورده‌های فتوسنتزی و تجمع آن در سلول‌های ریشه برای مقابله

با تنش حاصله خواهد شد. به عبارت دیگر، کاهش انرژی آزاد آب در خاک گیاه را وادار خواهد کرد تا برای جذب آب انرژی بیشتری صرف کند که این امر مستلزم افزایش پتانسیل اسمزی در سلول‌های گیاهی با تجمع مواد قندی در آن است. تجمع مواد آلی ساخته شده در سلول‌های ریشه به منظور تنظیم اسمزی و مقابله با اثرات مخرب شوری در جذب آب، انتقال آن به سایر اندام‌های هوایی و متعاقباً رشد رویشی را محدود ساخته و در نهایت منتج به کاهش عملکرد خواهد شد (Emdad and Fardad, 2001).

اثرات جداگانه آب آبیاری، شوری و چین برداشت تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر عملکرد علوفه (تر و خشک) داشته است (جدول۳). با افزایش شوری میزان عملکرد علوفه کاهش یافت اما این کاهش در سطوح شوری دو و پنج دسی زیمنس بر متر بر علوفه تر معنی‌دار نبود که نشان دهنده مقاوم بودن گیاه سورگوم نسبت به شوری می باشد. کاهش مقدار آب آبیاری باعث کاهش مقدار محصول گردید اما تفاوت معنی‌داری بین محصول تولید شده در تیمارهای آب آبیاری ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه حاصل نشد. عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه را می‌توان به دلیل سازگاری سورگوم به خشکی و تخلیه رطوبت از اعماق پایین‌تر دانست. این نتیجه در گزارش Howell et al. (2007) مبنی بر این که سورگوم در شرایط کم آبی می‌تواند رطوبت بیشتری از خاک تخلیه کند، تأیید شده است. Moghimi and Emam (2014) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابه دست یافتند. افزایش مقدار آب آبیاری به بیشتر از نیاز آبی گیاه (۱۲۰ درصد) باعث افزایش معنی‌دار تولید محصول نسبت به آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) نگردید. اثر چین برداشت نشان داد که تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در هر سه چین وجود دارد. چین دوم بیشترین برداشت عملکرد علوفه را دارا بوده است. افزایش تعداد برگ‌ها و ضخامت آن‌ها و همچنین افزایش قطر و ارتفاع ساقه در این برداشت نسبت به برداشت اول و سوم باعث افزایش عملکرد علوفه تر گردید. بین چین اول و دوم در عملکرد علوفه خشک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. شکل (۲) اثرات متقابل آب آبیاری، چین برداشت و شوری را بر عملکرد علوفه تر و خشک نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد عملکرد در چین دوم، شوری دو دسی زیمنس بر متر و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد.



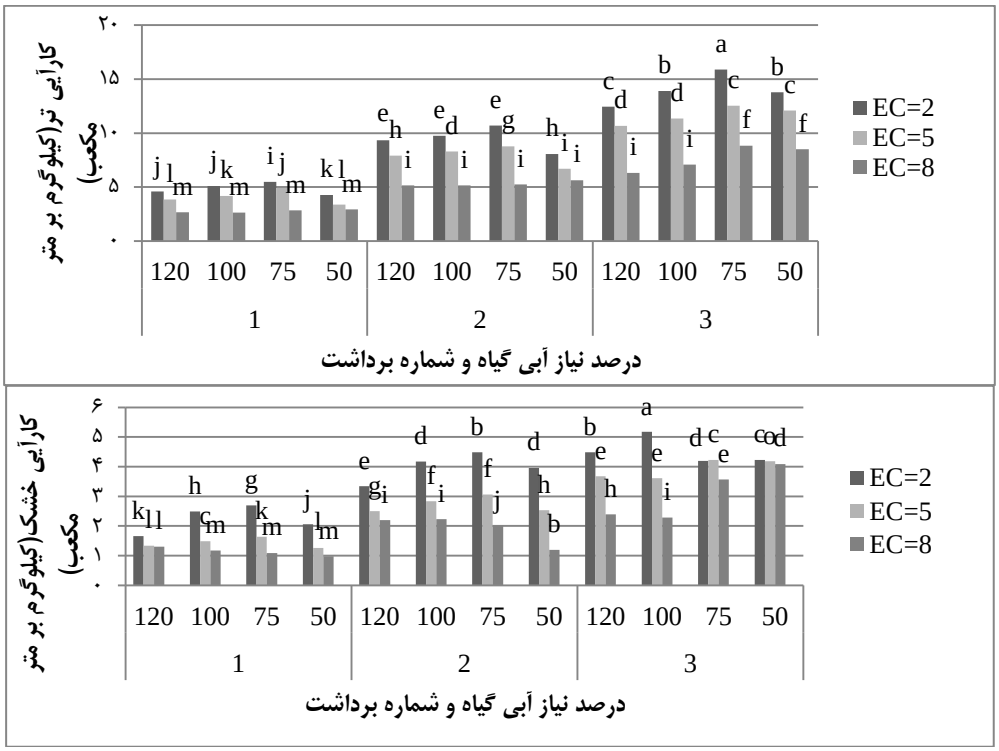
شکل۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و شوری و چین برداشت بر عملکرد علوفه تر و خشک

کارایی علوفه تر و خشک

کارایی مصرف آب گیاه (کیلوگرم علوفه به ازای هر متر مکعب آب مصرفی) در بین تیمارهای این طرح با اطمینان ۹۹ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده (جدول۳) نشان داد که با افزایش شوری از دو دسی زیمنس به پنج و هشت دسی زیمنس مقدار کارایی تر و خشک کاهش پیدا کرد. بین مقدار کارایی تر با شوری دو و پنج دسی زیمنس و کارایی خشک با شوری‌های پنج و هشت دسی زیمنس بر متر با سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. کاهش آب آبیاری به اندازه کمتر از نیاز آبی گیاه باعث کاهش کارایی علوفه تر و خشک گردید. همچنین افزایش آب آبیاری به مقدار بالاتر از حد نیاز آبی گیاه نیز کارایی علوفه تر و خشک را کاهش داد. اما این کاهش با احتمال ۹۵ درصد بین همه تیمارها معنی‌دار نبود.

علت کم بودن کارایی مصرف آب در گیاه در اثر تنش خشکی را می‌توان به عوامل روزنه‌ای یا عوامل متابولیکی مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن به داخل کلروپلاست و کاهش کربوکسیلاسیون در طول تنش نسبت داد که در این شرایط عوامل محدود کننده غیرروزنه‌ای ناشی از اختلال در واکنش‌های بیوشیمیایی نقش مهمی در کاهش فتوسنتز ایفا می‌کنند. به علت نبود ارتباط خطی بین هدایت روزنه‌ای و جذب کربن، بیشتر گیاهان تمایل دارند در شرایط تنش آبی متوسط، کارایی مصرف آب خود را افزایش دهند (Chaves, 1991). نتایج، نشان دهنده کاهش کارایی مصرف آب با افزایش شدت تنش آبی است. برای مثال در یک بررسی در ارقام مختلف توت فرنگی، کاهش کارایی مصرف آب با افزایش شدت تنش آبی در کولتیوار سالوت گزارش شد. اما نتایج تحقیقات دیگر گویای افزایش کارایی مصرف آب با افزایش شدت تنش آبی است (Zegada-Lizarazu and Iijima, 2005).

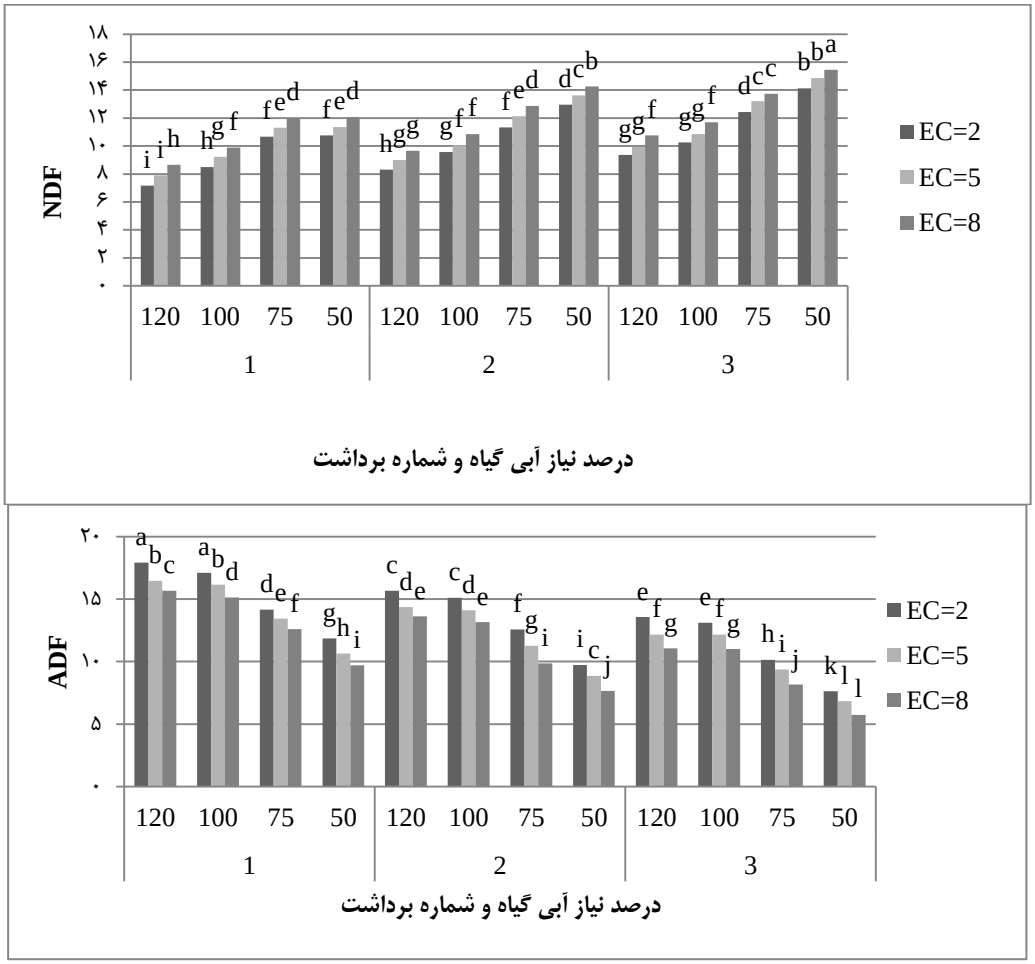
در بین برداشت‌های مختلف، برداشت سوم با ۱۱/۱۱ و ۳/۸۹ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی بیشترین کارایی علوفه تر و خشک را داشته است. علی‌رغم این که مقدار علوفه تولید شده در برداشت سوم کمتر از برداشت‌های دیگر بوده است اما مشاهده می‌گردد کارآیی مصرف آب آن بالاتر است. علت این موضوع را می‌توان شرایط آب و هوایی منطقه و طول دوره رشد گیاه دانست. کشت اول گیاه در ماه‌های خرداد و تیر انجام گردید. در این ماه‌ها در منطقه سیستان هوا بسیار گرم و بادهای ۱۲۰ روزه نیز می‌وزند که باعث بالا رفتن تبخیر از تشت تبخیر می‌شود و از طرفی دوره رشد گیاه نیز در این دوره ۶۸ روز به طول انجامید. این عوامل باعث افزایش مقدار آب مصرفی گیاه در این دوره شد. اما در برداشت دوم (مرداد و شهریور) از شدت گرمی هوا و وزش بادها کاسته و طول دوره رشد گیاه نیز به ۵۲ روز کاهش یافت. در این دوره رشد به علت مساعد بودن آب و هوا و خصوصیات فیزیولوژیک گیاه سورگوم، گیاه رشد بیشتری نمود و میزان علوفه تولیدی نیز نسبت به برداشت اول بیشتر بود که این عوامل باعث بالارفتن کارایی در این برداشت نسبت به برداشت اول شد. اما در برداشت سوم (مهر و آبان) هوا خنک‌تر شده و طول دوره رشد گیاه به ۴۹ روز کاهش یافت. خنک شدن هوا باعث کاهش سطح تبخیر و کاهش نیاز آبی گیاه شد و از طرفی کوتاه شدن دوره رشد گیاه نسبت به دو برداشت قبلی که باعث کاهش آب مصرفی گردید، موجب شد علی‌رغم پایین بودن عملکرد علوفه در این برداشت کارایی علوفه تر و خشک در این برداشت نسبت به برداشت اول و دوم بیشتر گردد. اثر متقابل شوری و آب آبیاری نشان داد با کاهش مقدار آب آبیاری مقدار کارآیی افزایش یافت. بیشترین کارآیی مصرف آب در تیمار آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین آن در تیمار ۵۰ درصد آب آبیاری می‌باشد. Gamity et al (1983) اظهار داشتند که بروز تنش آبی با وجودی که صورت کسر WUE(کارایی مصرف آب)، یعنی عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما به واسطه‌ی فعالیت ساز و کار تنظیم اسمزی گیاه مخرج کسر بیشتر کاهش یافته و کارایی مصرف آب تا حدودی افزایش می‌یابد. در تیمار ۵۰ درصد می‌توان گفت با توجه به این که میزان عملکرد نیز(صورت کسر) به میزان قابل توجهی کاهش یافته باعث کاهش کارایی مصرف آب شده است. نتایج این تحقیق با نتایج .Yazdani et al(2015) هم خوانی دارد. Abbat et al (2004) نیز به نتایج مذکور در خصوص کارایی مصرف آب دست یافتند و بیان داشتند که افزایش کارایی مصرف آب در کم آبیاری بیشتر است. اثر متقابل شوری و چین برداشت و عمق آب آبیاری و چین برداشت (جداول ۵ و ۶) نشان داد بیشترین کارایی مصرف آب در برداشت سوم به‌دست آمد و برداشت اول کمترین کارایی مصرف آب را داشت. همچنین شکل (۳) اثرات متقابل آب آبیاری، چین برداشت و شوری را بر عملکرد علوفه تر و خشک نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد کارایی مصرف آب در چین سوم، شوری دو دسی زیمنس بر متر و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. علت این موضوع را می‌توان موارد ذکر شده بالا دانست. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده از عملکرد تر و خشک و کارایی مصرف آب گیاه سورگوم علوفه‌ای و با توجه به کمبود آب در منطقه سیستان می‌توان مقدار آب آبیاری داده شده به گیاه سورگوم علوفه‌ای را تا ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه کاهش داد، همچنین با توجه به عدم تفاوت بین تیمارهای با شوری دو و پنج دسی زیمنس بر متر می‌توان از آب با شوری پنج دسی زیمنس نیز جهت آبیاری سورگوم استفاده نمود، بدون آن که تأثیر معنی‌داری در میزان علوفه تولید شده داشته باشد و از آب ذخیره شده در جای دیگر استفاده نمود.



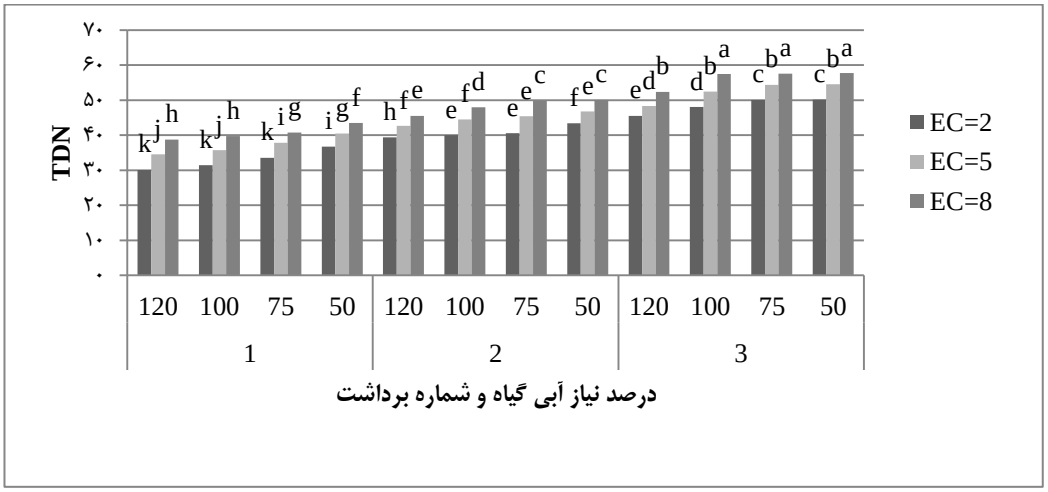
شکل۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و شوری و چین برداشت بر کارایی تر و خشک

غلظت دیواره سلولی همی سلولز(NDF) و عاری از سلولز (ADF)

NDF دیواره سلولی و ADF دیواره سلولی بدون همی سلولز به ترتیب نشان دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام و قابلیت هضم می‌باشند. وقتی NDF افزایش می‌یابد، مصرف ماده خشک به‌طور کلی کاهش می‌یابد. مقایسه میانگین جداگانه اثرات شوری، آب آبیاری و چین برداشت نشان داد با افزایش شوری از دو دسی زیمنس بر هشت دسی زیمنس مقدار NDF به اندازه ۱۱/۶۶ درصد افزایش یافت. همچنین با افزایش عمق آب آبیاری مقدار NDF کاهش یافت. بیشترین مقدار آن (۱۳/۲۸) در عمق آب آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین آن (۸/۹۷) در عمق آب آبیاری ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد. چین برداشت نیز تأثیر معنی‌داری بر میزان غلظت NDF داشت. با افزایش چین برداشت از چین اول به چین سوم مقدار NDF افزایش یافت. اثر متقابل شوری و عمق آب آبیاری نشان داد با یک شوری ثابت، با کاهش عمق آب آبیاری میزانNDF افزایش می‌یابد. اثرات متقابل عمق آب آبیاری و چین برداشت نشان داد در یک عمق ثابت آب با افزایش چین میزان غلظت NDF افزایش می‌یابد. دلیل افزایش بیشتر NDF در چین سوم نسبت به چین‌های اول و دوم می‌تواند افزایش عمر و مسن شدن گیاه باشد. با افزایش شوری غلظت ADF، ۱۵/۸۹ درصد کاهش داشت. بیشترین مقدار آن در شوری دو سی زیمنس بر متر(۱۳/۲۱) و کمترین آن (۱۱/۱۱) در شوری هشت دسی زیمنس بر متر به‌دست آمد. کاهش عمق آب آبیاری نیز باعث کاهش مقدار ADF شد. با کاهش عمق آب آبیاری از ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه به ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه مقدار ADF به اندازه ۳۹/۷۲ کاهش داشته است. افزایش چین برداشت نیز باعث کاهش غلظت ADF گردید. به‌طوری که غلظت ADF در چین اول ۱۴/۲۴ و در چین سوم به مقدار ۱۰/۰۷ کاهش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت تأثیر تنش آبی بر غلظت ADF بیشتر از تأثیر تنش شوری می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد ارتباط معکوسی بین مقدار ADF و NDF وجود دارد. اثر واریته و زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد و ارزش غذایی گیاهان علوفه‌ای توسط محققین مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است. Snyman and Joubert (1996) اثر زمان‌های مختلف برداشت را بر عملکرد، خصوصیات شیمیایی و قابلیت هضم سورگوم علوفه‌ای مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که عملکرد علوفه خشک قابل هضم در مرحله گلدهی در بالاترین مقدار خود بود در حالی‌که در مرحله قبل از گلدهی و مرحله رسیدگی دانه‌ها این مقدار کمتر بود. Noroozi et al.(2015) تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و کیفیت دو رقم ارزن علوفه‌ای را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد شوری باعث افزایش درصد فیبر خام در گیاه گردید. شکل (۴) مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری، شوری و چین برداشت بر ADF و NDF را نشان می‌دهد.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و شوری و چین برداشت بر ADF و NDF



شکل۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و شوری و چین برداشت بر مقدار TDN

کل مواد مغذی قابل هضم (TDN)

بر مبنای نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری، عمق آب آبیاری و چین برداشت بر مقدار TDN معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات نشان داد با افزایش شوری مقدار TDN افزایش می‌یابد. با افزایش شوری از دو دسی زیمنس بر متر به هشت دسی زیمنس بر متر مقدار TDN، ۱۵/۸۸ درصد افزایش داشت. افزایش عمق آب آبیاری باعث کاهش مقدار TDN شد. بیشترین مقدار آن (۴۷/۰۳) در عمق آب آبیاری برابر با ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین آن (۴۱/۹) در عمق آب آبیاری برابر ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌دست آمد یعنی کاهش عمق آب آبیاری باعث افزایش ۱۱ درصدی TDN گردید. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد تأثیر تنش شوری بر مقدار TDN بیشتر از تاثیر تنش خشکی بوده است. چین برداشت نیز تأثیر معنی‌داری بر مقدار TDN گذاشت. با افزایش چین مقدار TDN نیز افزایش یافت. کمترین مقدار آن (۳۶/۹۱) در چین اول و بیشترین آن (۵۲/۳۶) در چین سوم به دست آمد. اثر متقابل آب آبیاری و شوری نیز بر مقدار TDN معنی‌دار بود. اثرات متقابل شوری و چین برداشت نشان داد تأثیر معنی‌داری بین همه تیمارها در سطح احتمال ۹۵ درصد وجود دارد. اما بین تیمار شوری آب دو دسی زیمنس بر متر و چین دوم با تیمار هشت دسی زیمنس بر متر و چین اول تأثیر معنی‌دار مشاهده نشد. همچنین می‌توان گفت با یک شوری ثابت با افزایش چین برداشت مقدار TDN افزایش یافت. اثرات متقابل شوری و آب آبیاری تأثیر معنی‌دار بین تیمارها داشت. بین تیمار با شوری دو دسی زیمنس بر متر و عمق ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار با شوری پنج دسی زیمنس بر متر و عمق آب آبیاری ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه تأثیر معنی‌دار مشاهده نشد. بنابراین می‌توان گفت جهت کاهش تأثیر شوری بر مقدار TDN می‌توان عمق آب آبیاری را افزایش داد. اثرات همزمان شوری، عمق آب آبیاری و چین برداشت در شکل (۵) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد روند یکسانی از نظر مقدار TDN در هر سه چین وجود دارد. در هر چین بین تیمارهای با شوری و عمق آب مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد دیده شد. در تیمارهای با شوری کم (دو دسی زیمنس بر متر) بین عمق آب آبیاری برابر ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه در چین اول تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. در شوری‌های بالاتر (هشت دسی زیمنس بر متر) بین تیمارهای با عمق آب برابر ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌دار دیده نشد. TDN بیانگر مواد غذایی قابل دسترس بر ای دام است و به میزان غلظت ADF علوفه بستگی دارد. با افزایش غلظت ADF، میزان TDN کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، دام قادر به استفاده از مواد غذایی موجود در علوفه نیست (Lithourgidis et al., 2006). همانطور که در شکل (۴) و (۵) مشاهده می گردد با افزایش چین برداشت و کاهش عمق آب مقدار ADF کاهش یافته است و مقدار TDN افزایش داشته است. بنابراین با افزایش چین مقدار مواد غذایی که در اختیار دام قرار می‌گیرد، افزایش می‌یابد. Nabati et al (2014) عنوان داشتند کاهش ADF در اثر شوری باعث افزایش کیفیت علوفه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق می‌توان گفت آبیاری قطره‌ای‌زیرسطحی باعث افزایش کارایی مصرف آب وعملکرد سورگوم علوفه‌ای در منطقه سیستان شده است. همچنین بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و شوری‌های دو و پنج دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد تر و خشک علوفه و کارایی مصرف آب وجود ندارد، لذا می‌توان مقدار آب داده شده به گیاه را به مقدار ۷۵ درصد نیازآبی‌گیاه کاهش داد و با مدیریت مناسب می‌توان بدون کاهش معنی‌دار عملکرد محصول، منابع آب با کیفیت پایین را برای آبیاری سورگوم استفاده کرد و بدین طریق باعث صرفه‌جویی منابع آب شیرین شد. با توجه به عملکرد علوفه و کیفیت آن از نظر کیفیت خوراک دام در برداشت‌های مختلف، می‌توان گفت تولید علوفه و کیفیت آن به دلیل مساعد بودن شرایط آب و هوایی در چین دوم بهتر بوده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در منطقه سیستان سورگوم علوفه‌ای در ماه‌های مرداد و شهریور کشت گردد. علاوه بر این پیشنهاد می‌گردد با توجه به پتانسیل آبیاری قطره‌ای‌زیرسطحی در شرایط شوری آب و خاک، مطالعات بیشتری در این زمینه و برای محصولات مختلف صورت گیرد.

منابع

1-Abbat, P.E., Dardanelli, J.L. Canatarero, M.G. Melchiori, M.and E. Suero. 2004. Climate and water availability effects on water use efficiency in wheat. *Crop Science*. 44, pp. 474-483.

2-Alizadeh, A., 2002. *Principles and Operation of Drip Irrigation*, Second Edition, p. 161.

3-Chaves M.M .1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Experimental Botany*, 42, pp.1-16.

4-Emdad, M.R and Fardad, H., 2001. Effect of salinity and moisture stress on corn yield. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 31 (3), pp. 641-654. (In Persian).

5-Gamity DP, Watts DG, Sullivan CY and JR. Gilley 1983. Moisture deficits and grain-sorghum performance vapotranspiration yield relationships.*Agronomy*, 74, pp, 815-820.

6-Howell, T.A., Tolk, J.A., Evett, S.R., Copeland, K.S., and D.A., Dusek. 2007. Evapotranspiration of deficit irrigated sorghum. *World Environmental and Water Resources Congress.ASCE.*

7-Innes,P and W. Black. 2001.The effect of drought on water use and yield of two sorghum genotypes. *Journal of Agriculture Sciences*, 96, pp. 603-610.

8-Khan, M. A., R. Ansari, H. Ali, B. Gul, and B. L. Nielsen. 2009. Panicum turgidum, a potentially sustainable cattle feed alternative to maize for saline areas. *Agriculture. Ecosystem. Environment*, 129, pp. 542-546

9-Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B. Dordas, C. A. and M. D. Yiakoulaki. 2006. Forage yield and quality of commen vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crop Research*, 99, pp. 106-113.

10-Minson, D.J. and M.N. McLeod. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. The *Proceedingsof XI th International Grassland Congress, Australia*, pp.719-722.

11-Moghimi, N. and Emam, Y., 2014. Evaluation Morphophysiological characteristics and yield of two cultivars of forage sorghum under low water stress and nitrogen levels. *Journal of Environmental Tensions in Crop Science*, 6 (1), pp. 36-27.(In Persian)

12-Nabati, J., Kafi, M., Nezami, A., Rezvani Moghadam, P., Masoumi, A. And Zare Mehrjerdi, M., 2014. The effect of salinity on Cellulose, hemicellulose and lignin of stems and leaves, and the properties of cell walls of kochia stem. *Iranian Crop Research*, 11(4), pp.551-561. (In Persian).

13-Nasrallahi, AH., Hooshmand, A., and Broomand Nasab, S. 2015. Investigating the reaction of corn to salinity under drip irrigation and irrigation management. *Journal of Irrigation Sciences and Engineering*, 38 (4), pp.32-25.(In Persian).

14-Noroozi, H., Roshanfekr, H., Hassibi, P., and Mesgar bashi, M. 2015. Effect of irrigation water salinity on yield and quality of two forage millet varieties. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28 (3), pp. 560-552 .(In Persian).

15-Netondo, G.F., Onyango, J.C., and E., Beck. 2004. Sorghum and salinity: II. Gasexchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress.*Crop Science*.44, pp.806–811.

16-Paterson, J. A., Belyea, R. L. Bawman J. P., Kerley M. S. and J. E. Williams. 1994. The impact of forage qualityand supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. , PP: 59-114 In: Fahey, Jr., G. C. (Ed.), Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

17-Payero, J.O., Melvin, S.R., Irmak, S. and Tarkalson, D. 2009. Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. *AgricultureWater Management*, 84, pp.101–112.

18-Rattunde, H. F.W., Zerbini, E. Chandra, S. and D. J. Flower. 2001. Stover quality of dual-purpose sorghums:genetic and environmental sources of variation. *Field Crops Research*, 71, pp. 1-8.

19-Rezvani Moghaddam, p., and Nasiri Mahallati, M., 2004. Determination of digestibility of dry matter and protein percentage of forage forage of three sorghum cultivars at different times. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 35 (4), pp. 796-787. (In Persian).

20-Sabet Teimoori, M., Khazaee, H., Military, A and Nasiri Mahallati, M., 2008. Effect of Different Salinity Levels on Leaf Enzyme-Antioxidant Activity and Physiological Characteristics of Sesame Plant. *Journal of Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture*. 7 (4), pp. 119-109.(In Persian).

21-Sarmedinia, g., 1994. The Importance of Environmental Tensions in Agriculture. *Key articles of the 1st Iranian Congress of Plant Breeding and Crop. Karaj*.(In Persian).

22-Snyman, L.D. and H.W. Joubert. 1996. Effect of maturity stage and method of preservation on the yield and quality of forage sorghum. *Animal Feed Science and Technology*. 57, pp. 63-73.

23-Tadayon, A.S and Nadali, E., 2014. Study of physiological characteristics of different ecotypes of berry fox in different irrigation regimes, *Journal of Agriculture*, 15 (4), pp. 94-79.(In Persian).

24-Tolera, A. and F. Sundstol. 1999. Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fravtions of the stover. *Animal Feed Science and Technology*, 81, pp. 1-16.

25-Unknown. 2009 . Agricultural Statistics of 2007-2008. Volume I, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Deputy Director-General for Planning and Economics, Office of Statistics and Information Technology, ۱۱۷p.

26-Yazdani, H., Ghahraman, B., Davari, K., and Kafi, M., 2015. Effects of salinity stress and deficit irrigation on water use efficiency index of two canola cultivars. *Journal of Water Resources Engineering*, pp. 84-67 . (In Persian).

27-Younesi, A., and Sharif Zadeh. F., 2010. Effect of irrigation regime on yield and yield components and some characteristics of sorghum germination. *Journal of Crop Sciences*, 1 (41), pp. 195-187.(In Persian).

28-Zegada-Lizarazu W and M. Iijima .2005. Deep root water uptake ability and water use efficiency of pearl millet in comparison to other millet species. *Plant Production Science*. 8, pp.454-460.

Irrigation Sciences and Engineering Vol. 41, No. 1, Spring 2018, p. 99-114

Shahid Chamran University of Ahvaz

EXTENDED ABSTRACT

The Interaction Effect of Salinity, Drought and Harvesting Dates on Yield, Quality and Efficiency of Forage Sorghum in Subsurface Drip Irrigation (Case Study: Sistan Plain)

H. Piri[1*], H. Ansari[2] and M. Parsa[3]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Water Engineering, Zabol University, Zabol, Iran, *(H_piri2880@uoz.ac.ir)*

2- Professor, Department of Water Engineering, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

3- Associate Professor, Department of Water Engineering, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

Received:9 May 2016 Accepted:1 November 2016

Keywords: Sorghum, cellulose-free, cellulose cell wall, total digestible nutrients.

Introduction

Forage sorghum is one of the tolerant salinity plants that can provide a good source of forage under irrigated conditions with saline water. Considering the quality of the products, their value is estimated with regard to their quality. Therefore, similar to many crops, the quality of forage plants should be considered. The quality of forage can be a function of forage consumption and its digestibility(Paterson et al., 1994). Forage plants in livestock trapping as a result of livestock production are undeniable in the supply of human needs. Unfortunately, in Iran, less attention is paid to the production and management of forage compared to other crops. As a result, lack of attention to the quantitative and qualitative increase of forage has led to a shortage of meat and dairy products and a decrease in their quality. Therefore, paying attention to the cultivation of forage plants with a scientific method in a country that is faced with the excessive growth of population and the shortage of rich meadows is very important (Noroozi et al., 2015). Sorghum is one of the important forage crops that is widely cultivated as summer forage in most of the dry and semi-arid countries of the world. Forage sorghum is used as green, dry, silage, or even for direct grazing of livestock (Rezvani moghaddam and Nasir mahallati, 2004). In thecurrent research, the effect of drought stress on sorghum was investigated. The results showed that the yield components including the number of seeds per plant and weight of 100 seeds decreased compared to the control (Innes and Black, 2001). Therefore, in this study, the effect of different levels of salinity and irrigation water and harvest on the yield of forage sorghum was investigated in order to use the results for proper planning to increase agricultural production in specific conditions, i.e., salinity and water restriction.

Methodology

The present study was carried out in a factorial split plot design. Treatments included three irrigation water salinity factors (s1, s2 and s3 equal to 2, 5 and 8 dS / m, respectively) , four levels of irrigation water depth (I1, I2, I3 and I4) equivalent 50, 75, 100 and 120% respectively water requirement sorghum plant) and three forage harvests were carried out in three replications. The

dimensions of the plots were 4 * 3 (m / m) and the plot was spaced apart by one meter. The cultivation was carried out in a row with a row spacing of 75 cm and a plant spacing of 7.5 cm from each other.

Plant sampling

In this design, the harvest was carried out three times. Every time, fresh and dry forage yield, water consumption efficiency and quality characteristics such as the concentration of cell wall hemicellulose (NDF), free from cellulose (ADF) and total digestible nutrients (TDN) of the plant were measured. The measured data were analyzed using SAS software and the means were compared by Duncan's test.

Results and Discussion

Salinity and dehydration reduced forage yield. The highest fresh forage yield (74.46 $t.ha^{-1}$) and dry forage (26.66 $t.ha^{-1}$) were related to 120% water requirement and the salinity of two $ds.m^{-1}$ and the second and lowest (11.23 $t.ha^{-1}$ for fresh forage and 4. 5 $t.ha^{-1}$ for dry forage) is related to the treatment of 50% of plant water requirement and the salinity of 8 $ds.m^{-1}$ and the third harvest. The water consumption efficiency was significantly different between the treatments with 99% confidence. Comparison of the mean of the measured traits showed that as a result of increasing salinity from 2 $ds.m^{-1}$ to 5 and 8 $ds.m^{-1}$, the amount of fresh and dry forage efficiency decreased. Among different harves, the third one with 11.11 and 3.89 $kg.m^{-3}$ of water consumed, had the highest fresh and dry forage efficiency. Comparison of the mean effects of salinity, irrigation water and harvesting chin showed that by increasing the salinity of two $ds.m^{-1}$ to eight $ds.m^{-1}$, the amount of NDF increased by 11.66%. Also, by increasing the irrigation water depth, the amount of NDF decreased. Harvesting chin also had a significant effect on the concentration of NDF. As harvesting chin increased, NDF rose from the first chin to third the chin. With an increase in salinity, ADF concentration decreased by 15.89%. Reducing the depth of irrigation water also reduced the amount of ADF. By reducing the irrigation water depth from 120% of the plant's water requirement to 50% of the plant's water requirement, the amount of ADF decreased by 39.72%. Increased harvesting chin also reduced ADF concentrations. Increasing salinity from 2 $dS.m^{-1}$ to 8 $dS.m^{-1}$ increased the TDN by 15.88%. Increasing the depth of irrigation water reduced the amount of the TDN.

Conclusions

According to the results obtained from the research, it can be said thatsub surface drop irrigation improves the efficiency and function of forage sorghum in Sistan region. Also, there is no significant difference between treatments of 75 and 100% of water requirement and salinity of 2 and 5 $dS.m^{-1}$ in terms of yield and dry forage and water use efficiency. Therefore, the amount of water given to the plant can be reduced to 75% of the plant's water requirement and with proper management, it is possible to use low quality water resources for irrigation of sorghum without significantly reducing the yield.

References

1-Paterson, J. A., Belyea, R. L. Bawman J. P., Kerley M. S. and J. E. Williams. 1994. The impact of forage qualityand supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. , PP: 59-114 In: Fahey, Jr., G. C. (Ed.),Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

2-Noroozi, H., Roshanfekr, H., Hassibi, P., and Mesgar bashi, M. 2015. Effect of irrigation water salinity on yield and quality of two forage millet varieties. Journal of Water Research in Agriculture, 28 (3): 560-552 .(In Persian).

3- Rezvani Moghaddam, p., and Nasiri Mahallati, M., 2004. Determination of digestibility of dry matter and protein percentage of forage forage of three sorghum cultivars at different times. Iranian Journal of Agricultural Science, 35 (4): 796-787. (In Persian).

4- Innes,P and W. Black. 1981.The effect of drought on water use and yield of two sorghum genotypes. Journal of Agriculture Sciences., 96: 603-610.