

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

حلیمه پیری<sup>۱\*</sup>، حسین انصاری<sup>۲</sup> و مهدی پارسا<sup>۳</sup>

\*- 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 پذیرش: ۹۵/۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۰

### 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 و ۵۰ 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 به دست 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

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

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 al., 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

انتخاب صفات مناسبی است که رابطه قوی با قابلیت هضم دیواره سلولی داشته باشند (Nabati et al., 2014). گیاهان علوفه‌ای در تغلیف 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 پروتئین‌های 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 عمدتاً تابعی از عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی است (Rattunde et al., 2001). با توجه به این که 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). Nasrallah

انتخاب صفات مناسبی است که رابطه قوی با قابلیت هضم دیواره سلولی داشته باشند (Nabati et al., 2014). گیاهان علوفه‌ای در تغلیف 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 پروتئین‌های 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 عمدتاً تابعی از عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی است (Rattunde et al., 2001). با توجه به این که 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). Nasrallah

### 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 ۰-۳۵ سانتی‌متر، ۳۵-۷۰ سانتی‌متر و ۷۰-۱۰۰ سانتی‌متری خاک برداشت و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (جدول ۱). 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.

جدول ۱- 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 <sup>-1</sup> )	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

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری در سطوح مختلف شوری

نمونه آب	pH	EC (dSm <sup>-1</sup> )	SAR	کاتیون ها (meqlit)			آنیون ها (meqlit)			
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CL	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
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

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:

$$V = \frac{I_s \cdot k_p \cdot k_c \cdot k_r \cdot E_{tp}}{E_a} \quad (1)$$

V: حجم آب آبیاری (متر مکعب)  
 S: عرض کرت (متر)  
 I<sub>s</sub>: طول کرت (متر)  
 k<sub>p</sub>: ضریب  
 k<sub>c</sub>: ضریب گیاهی  
 k<sub>r</sub>: ضریب سایه انداز  
 E<sub>tp</sub>: تبخیر از تشت (متر)  
 E<sub>a</sub>: 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).

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 (s1, s2, 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 معادل ۵۰، 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

S3				S2				S1			
I75	I100	I50	I120	I50	I120	I75	I100	I120	I100	I75	I50
S2				S1				S3			
I120	I50	I100	I75	I120	I75	I100	I50	I75	I50	I120	I100
S1				S3				S2			
I50	I75	I120	I100	I75	I100	I50	I120	I100	I50	I75	I120

شکل ۱- پلان آماری طرح

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات و درجه آزادی) صفات اندازه گیری شده سورگوم علوفه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه خشک	عملکرد علوفه تر	کارایی تر خشک	کارایی تر	NDF	ADF	TDN
بلوک (تکرار)	۲	۰/۱۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۴۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۲/۶۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>
شوری (A)	۲	۴۰۸/۳۵ <sup>**</sup>	۳۷۴۶/۳۹ <sup>**</sup>	۱۶۲/۱۲ <sup>**</sup>	۱۶۲/۱۲ <sup>**</sup>	۱۷/۰۱ <sup>**</sup>	۳۹/۵۸ <sup>**</sup>	۵۳۲/۲۳ <sup>**</sup>
مقدار آب آبیاری (B)	۳	۴۶۷/۵۴ <sup>**</sup>	۳۹۲۵/۲۵ <sup>**</sup>	۹/۳۹ <sup>**</sup>	۹/۳۹ <sup>**</sup>	۱۰۲/۹۲ <sup>**</sup>	۱۹۵/۷ <sup>**</sup>	۱۲۸/۶۱ <sup>**</sup>
شوری و مقدار آب آبیاری (A*B)	۶	۱۶/۴۸ <sup>**</sup>	۱۸۲/۰۷ <sup>**</sup>	۱/۹۳ <sup>**</sup>	۱/۹۳ <sup>**</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۱۳ <sup>**</sup>	۱/۳۷ <sup>**</sup>
خطا (A*B)	۲۲	۰/۰۹۸	۰/۱۱۵	۰/۱۱۱	۰/۱۱۱	۰/۸۳	۰/۰۱۵	۱/۳۷
چین برداشت (C)	۲	۴۱۲/۱۳ <sup>**</sup>	۳۳۶۲/۴۲ <sup>**</sup>	۴۶۸/۶۵ <sup>**</sup>	۴۶۸/۶۵ <sup>**</sup>	۴۶/۴۳ <sup>**</sup>	۱۵۶/۰۴ <sup>**</sup>	۲۱۴۸/۳۳ <sup>**</sup>
شوری و چین برداشت (A*C)	۴	۱۶/۹۱ <sup>**</sup>	۸۲/۶۳ <sup>**</sup>	۱۳/۷۳ <sup>**</sup>	۱۳/۷۳ <sup>**</sup>	. <sup>ns</sup>	۰/۰۵۸ <sup>**</sup>	۰/۱۹ <sup>**</sup>
مقدار آب آبیاری و چین برداشت (B*C)	۶	۲۵/۸۹ <sup>**</sup>	۱۹۲/۹۴ <sup>**</sup>	۳/۰۴ <sup>**</sup>	۳/۰۴ <sup>**</sup>	۱/۶۱ <sup>**</sup>	۰/۰۹ <sup>**</sup>	۶/۹۵ <sup>**</sup>
شوری و مقدار آب آبیاری و چین برداشت (A*B*C)	۱۲	۱/۴۲ <sup>**</sup>	۱۱/۶۳ <sup>**</sup>	۰/۳۱ <sup>**</sup>	۰/۳۱ <sup>**</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۹۹ <sup>**</sup>	۱/۰۵ <sup>**</sup>
خطای C	۴۸	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۶۵	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵

\* و \*\* معنی داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد، ns عدم معنی داری.

## نمونه برداری گیاهی

زمان برداشت سورگوم علوفه‌ای با توجه به تعداد چین برداری بسته به ارقام مختلف متفاوت است. ارقام زودرس مثل وارنیه 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 Efficiency)

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

$$IWUE = \frac{Y}{IR} \quad (2)$$

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 (جدول ۳). نتایج میانگین صفات اندازه‌گیری شده سورگوم علوفه‌ای در تیمارهای مختلف در جداول (۴)، (۵)، (۶) و (۷) آورده شده است.

**جدول ۴-مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سورگوم علوفه ای**

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

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۰۵ اختلاف معنی دار ندارند.

**جدول ۵-مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و آب آبیاری**

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

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۰۵ اختلاف معنی دار ندارند.

## جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و چین برداشت

ADF	NDF	TDN	کارایی خشک	کارایی تر	علوفه خشک	علوفه تر	چین برداشت	شوری آب آبیاری (ds/m)
g۱۵/۲۶	a۹/۲۷	a۳۲/۹۴	b۲/۲۲	b۴/۸۵	e۱۷/۴۴	e۴۷/۵۸	اول	EC=۲
e۱۳/۲۶	b۱۰/۵۴	c۴۰/۸۳	d۳/۹۹	e۹/۴۷	f۲۰/۳۳	f۵۴/۸۶	دوم	
c۱۱/۱	c۱۱/۵۵	e۴۸/۴۴	e۴/۵۲	g۱۴	c۱۱/۴۶	c۳۱/۴۷	سوم	
f۱۴/۱۸	a۹/۹۵	b۳۷/۱۴	a۱/۴۳	b۴/۰۸	d۱۴/۰۵	d۴۰/۰۵	اول	EC=۵
d۱۲/۱۵	c۱۱/۲	d۴۴/۸۵	b۲/۷۳	d۷/۹۲	d۱۵/۶	e۴۶/۰۷	دوم	
b۱۰/۱۳	d۱۲/۲۱	f۵۲/۳۹	d۴/۰۸	f۱۱/۶۶	b۹	b۲۶/۱۸	سوم	
e۱۳/۲۷	b۱۰/۶۵	c۴۰/۶۷	a۱/۱۳	a۲/۷۶	b۱۰/۴۳	b۲۶/۶	اول	EC=۸
c۱۱/۰۸	c۱۱/۹۱	e۴۸/۳۲	b۲/۱۴	c۵/۲۹	c۱۱/۳۹	c۳۰/۰۴	دوم	
a۸/۹۹	d۱۲/۹۱	g۵۶/۲۷	d۴/۰۸	d۷/۶۸	a۷/۲۱	a۱۶/۸۷	سوم	

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

## جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و چین برداشت

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

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

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 داد که 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 فرآورده‌های فتوسنتزی و تجمع آن در سلول‌های ریشه برای مقابله

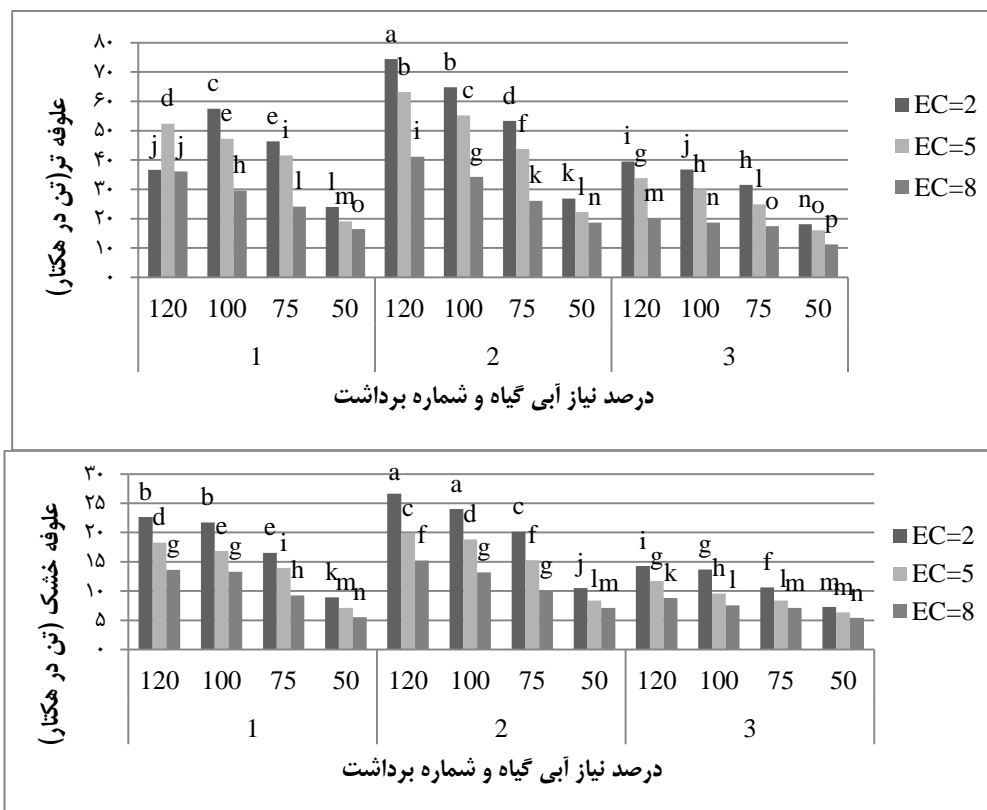
## عملکرد علوفه

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

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) نگردد. 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 زمینس بر متر و ۱۲۰ درصد نیاز آبی گیاه بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد.

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 (جدول ۳). با افزایش شوری میزان عملکرد علوفه کاهش یافت اما این کاهش در سطوح شوری دو و پنج دسی زمینس بر متر بر علوفه تر معنی‌دار نبود که نشان دهنده مقاوم بودن گیاه سورگوم نسبت به شوری می‌باشد. 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



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و شوری و چین برداشت بر عملکرد علوفه تر و خشک

### کارایی علوفه تر و خشک

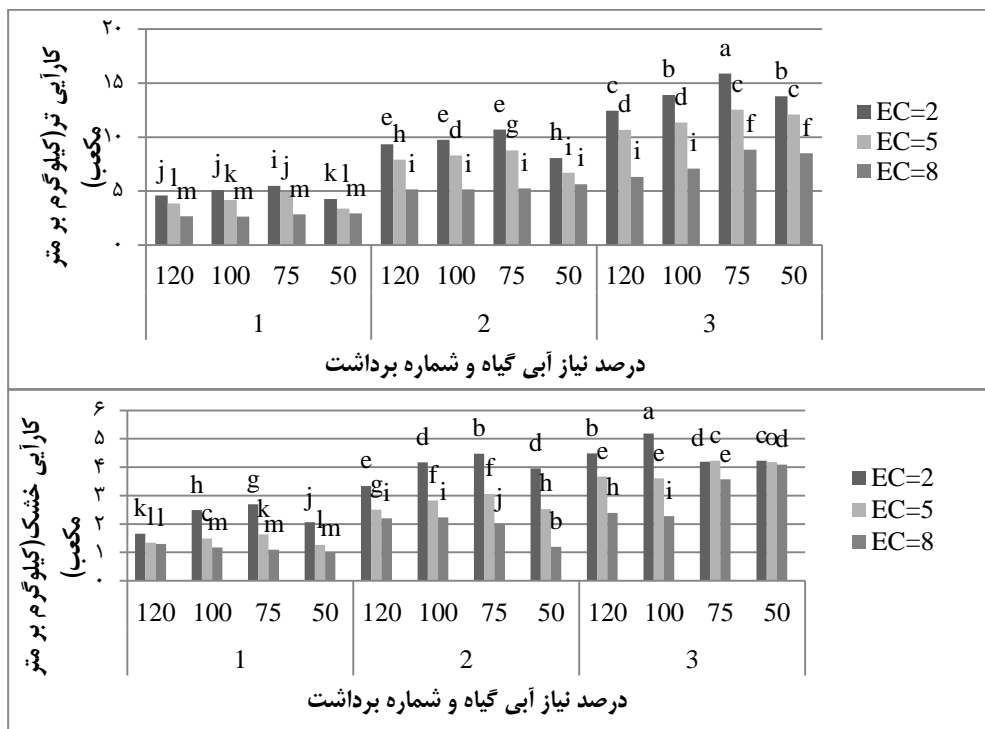
کارایی مصرف آب گیاه (کیلوگرم علوفه به ازای هر متر مکعب آب مصرفی) در بین تیمارهای این طرح با اطمینان ۹۹ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۳) نشان داد که با افزایش شوری از دو دسی زیمنس به پنج و هشت دسی زیمنس مقدار کارایی تر و خشک کاهش پیدا کرد. بین مقدار کارایی تر 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 کارایی 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 بادهای کاسته و طول دوره رشد گیاه نیز به ۵۲ روز کاهش یافت. در این دوره رشد به علت

مساعده 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 کارایی افزایش یافت. بیشترین کارایی 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 (جدول 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.



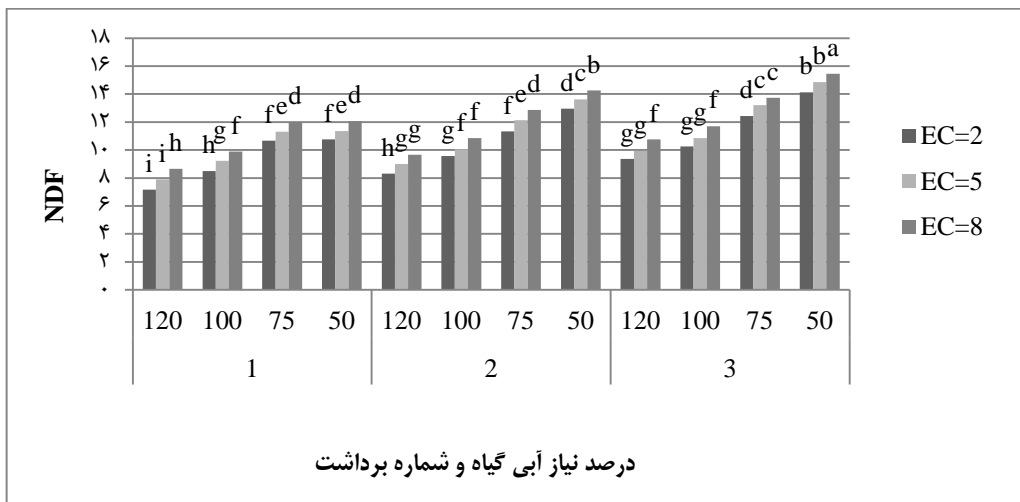


شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آب آبیاری و شوری و چین برداشت بر کارایی تر و خشک

شوری هشت دسی زیمنس بر متر به دست 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. به طوری که غلظت ADF در چین اول و ۱۴/۲۴ و در چین سوم به مقدار ۱۰/۰۷ کاهش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت تأثیر تنش آبی بر غلظت ADF بیشتر از تأثیر تنش شوری می باشد. همان طور که ملاحظه می گردد ارتباط معکوسی بین مقدار ADF و NDF وجود دارد. اثر وارسته و زمان های مختلف برداشت بر عملکرد و ارزش غذایی گیاهان علوفه ای توسط محققین مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته است. Snyman and Joubert (1996) اثر زمان های مختلف برداشت را بر عملکرد، خصوصیات شیمیایی و قابلیت هضم سورگوم علوفه ای مورد مطالعه قرار دادند. آن ها گزارش کردند که عملکرد علوفه خشک قابل هضم در مرحله گلدهی و مرحله رسیدگی دانه ها این مقدار کمتر بود. Noroozi et al. (2015) تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد و کیفیت دو رقم ارزن علوفه ای را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آن ها 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 می دهد.

### 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 می باشند. وقتی NDF افزایش می یابد، مصرف ماده خشک به طور کلی کاهش می یابد. 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 به دست آمد. چین برداشت نیز تأثیر معنی داری 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 میزان NDF افزایش می یابد. اثرات متقابل عمق آب آبیاری و چین برداشت نشان داد در یک عمق ثابت آب با افزایش چین میزان غلظت NDF افزایش می یابد. دلیل افزایش بیشتر NDF در چین سوم نسبت به چین های اول و دوم می تواند 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

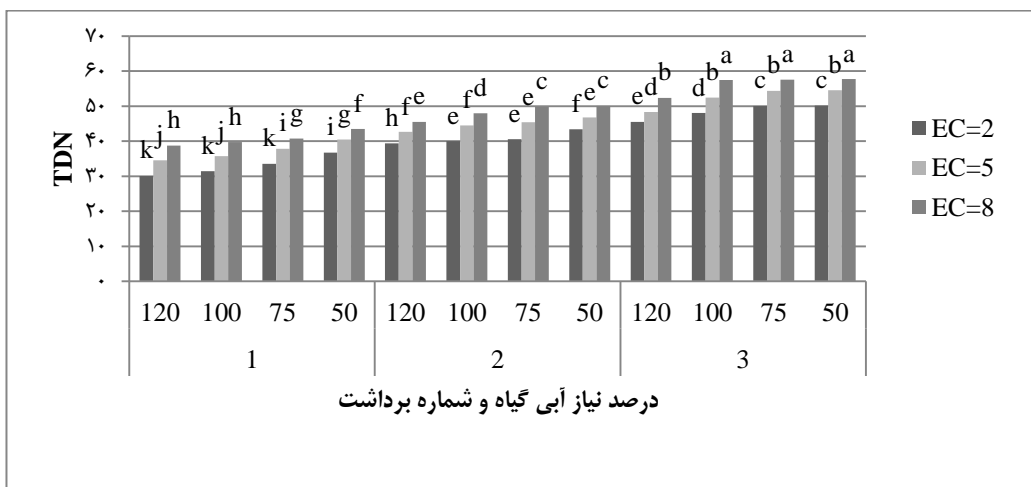


درصد نیاز آبی گیاه و شماره برداشت



درصد نیاز آبی گیاه و شماره برداشت

شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آبیاری و شوری و چین برداشت بر NDF و ADF



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل عمق آبیاری و شوری و چین برداشت بر مقدار TDN

### کل مواد مغذی قابل هضم (TDN)

معنی دار حاصل نشد. در شوری‌های بالاتر (هشت دسی زیمنس بر متر) بین تیمارهای با عمق آب برابر ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی دار دیده نشد. TDN بیانگر مواد غذایی قابل دسترس بر ای دام است و به میزان غلظت ADF علفه بستگی دارد. با افزایش غلظت ADF، میزان TDN کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، دام قادر به استفاده از مواد غذایی موجود در علفه نیست (Lithourgidis et al., 2006). همانطور که در شکل (۴) و (۵) مشاهده می‌گردد 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 علفه می‌گردد.

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق می‌توان گفت آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باعث افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد سورگوم علفه‌ای 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 معنی داری از لحاظ عملکرد تر و خشک علفه و کارایی مصرف آب وجود ندارد، لذا می‌توان مقدار آب داده شده به گیاه را به مقدار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه کاهش داد و با مدیریت مناسب می‌توان بدون کاهش معنی دار 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 علفه و کیفیت آن از نظر کیفیت خوراک دام در برداشت‌های مختلف، می‌توان گفت تولید علفه و کیفیت آن به دلیل مساعد بودن شرایط آب و هوایی در چین دوم بهتر بوده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در منطقه سیستان سورگوم علفه‌ای در ماه‌های مرداد و شهریور کشت گردد. علاوه بر این پیشنهاد می‌گردد با توجه به پتانسیل آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در شرایط شوری آب و خاک، مطالعات بیشتری در این زمینه و برای محصولات مختلف صورت گیرد.

بر مبنای نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری، عمق آب آبیاری و چین برداشت بر مقدار TDN معنی دار 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 به دست آمد یعنی کاهش عمق آب آبیاری باعث افزایش ۱۱ درصدی TDN گردید. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد تأثیر تنش شوری بر مقدار TDN بیشتر از تأثیر تنش خشکی بوده است. چین برداشت نیز تأثیر معنی داری 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 معنی دار بود. اثرات متقابل شوری و چین برداشت نشان داد تأثیر معنی داری 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 معنی دار مشاهده نشد. همچنین می‌توان گفت با یک شوری ثابت با افزایش چین برداشت مقدار TDN افزایش یافت. اثرات متقابل شوری و آب آبیاری تأثیر معنی دار 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 معنی دار 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 معنی داری 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

### 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 common 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 Proceedings of 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., Roshanfekar, 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. Gas exchange 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 quality and 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. *Agriculture Water 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., Khazaei, 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.