

## عملکرد و اجزای عملکرد سه گیاه علوفه‌ای تحت شرایط تنش خشکی در خوی

نواب حاجی حسنی اصل<sup>۱\*</sup>، محسن رشدی<sup>۲</sup>، جواد خلیلی محله<sup>۲</sup>، ساسان رضادوست<sup>۲</sup>،

امیرحسین شیرانی راد<sup>۳</sup> و امین مرادی اقدام<sup>۴</sup>

۱- عضو استعدادهای درخشان و کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی؛ navvab.haji@yahoo.com

۲- عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

۳- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

۴- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و مدرس دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

### چکیده

گیاهان علوفه‌ای از مهم‌ترین گیاهان زراعی زیر کشت در جهان به شمار می‌آیند زیرا این گیاهان علوفه میلیون‌ها دام را در جهان تامین می‌نمایند که این دام‌ها نیز به نوبه خود غذای میلیون‌ها انسان هستند. به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه گیاه علوفه‌ای تحت شرایط عادی و تنش، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام گرفت. آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح، آبیاری پس از ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ ( $5 \pm$ ) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و نوع گیاه به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح ارزن رقم نوتریفید، سورگوم رقم پگاه و ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ تحت آزمایش قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که بین سطوح آبیاری از نظر قطر ساقه، وزن خشک برگ، عملکرد علوفه تر و خشک، درصد خاکستر و درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری وجود داشت. عملکرد علوفه تر در سطوح آبیاری پس از ۸۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب دارای میانگین ۹۷/۷ و ۸۰/۲ تن در هکتار بود. همچنین بین گیاهان مختلف نیز از نظر صفات قطر ساقه، وزن خشک ساقه و اندام زایشی، نسبت علوفه خشک به تر، عملکرد علوفه تر و خشک، درصد خاکستر و درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. با توجه به نتایج حاصله، عملکرد علوفه تر ذرت و ارزن به ترتیب با میانگین ۱۰۳/۹ و ۶۲/۲ تن در هکتار بیشترین و کمترین مقدار را دارا بودند. بین اثرات متقابل سطوح آبیاری و رقم اختلاف معنی‌داری از نظر درصد پروتئین مشاهده گردید. بر اساس نتایج به دست آمده سورگوم در سطح آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر و ذرت در تمام سطوح آبیاری بیشترین و کمترین مقدار درصد خاکستر را دارا بودند.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، درصد خاکستر، درصد پروتئین و عملکرد علوفه.

### مقدمه

(۱۳۸۴). در ایران بهره‌وری آب پایین است و پراکنش نزولات در ایران (مناطق خشک و نیمه خشک) اغلب منطبق با نیازهای زراعی نبوده و عمده محصولات دچار تنش‌های خشکی ممتد و یا موقت می‌شوند، لذا بایستی با

اقلیم ایران خشک بوده و نوسانات شدید بارندگی در مقیاس‌های روزانه، فصلی و سالانه موجب عدم اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی می‌شود (حامدی و همکاران،

۱- آدرس نویسنده مسئول: شهرستان خوی، باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی.

\* دریافت: ۸۹/۵/۲۱ و پذیرش: ۸۹/۸/۲۷

همچنین مقدار عملکرد ماده خشک در گیاه ذرت را طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ به طور متوسط ۲۹۳۰ کیلوگرم در هکتار و مقدار آن را در ارزن و تریپیکاله به ترتیب ۳۱۵۵ و ۳۹۱۶ کیلوگرم در هکتار گزارش نمود. هر یک از مراحل توسعه و رشد ذرت (توسعه گل ابریشم، تشکیل بلال و پر شدن دانه) باعث اضافه شدن چندین تن ماده خشک در هر ایکر خواهد گردید (Barnhart, 2003). Stone و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند میزان دسترسی به رطوبت خاک مهم‌ترین عامل در تعیین عملکرد گیاهان زراعی در مناطق نیمه خشک می‌باشد. نتایج آزمایش راهنما و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که افزایش تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوت، نسبت برگ به ساقه و عملکرد علوفه تر و خشک در سه رقم سورگوم علوفه‌ای گردید. موسوی و همکاران (۱۳۸۷) طی آزمایشی نشان دادند که اثر دور بر آبیاری عملکرد تر و خشک کل، عملکرد خشک و تر برگ و ساقه و گل آذین علوفه معنی‌دار بود و افزایش دور آبیاری باعث کاهش معنی‌دار مقادیر این صفات گردید. Unger (۲۰۰۱) طی آزمایشی بر روی عملکرد یک رقم ارزن علوفه‌ای اعلام کردند که میزان عملکرد ماده خشک حدود ۳۶۷۰ کیلوگرم در هکتار بوده و میانگین کارایی مصرف آب ۱۳ کیلوگرم در هکتار در میلی‌متر محاسبه گردید. اشیدری و همکاران (۱۳۸۴) طی آزمایشی بر روی دو رقم ذرت و یک رقم سورگوم در منطقه کرمان دریافتند که تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته در گیاهان گردید اما قطر بوته، تعداد برگ و وزن تر و خشک بوته تحت تاثیر تنش رطوبتی نگرفتند. همچنین این محققین دریافتند که سورگوم از لحاظ ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن خشک و تر بوته در سطح بهتری از دو رقم ذرت بود، اما از لحاظ قطر بوته دو رقم ذرت بهتر از سورگوم عمل کردند. Berenguer و Faci (۲۰۰۱) گزارش کردند که تنش آب تولید ماده خشک را در سورگوم کاهش می‌دهد. آزمایش نباتی و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک و ارتفاع بوته در تیمار آبیاری شاهد (یک هفته فاصله آبیاری) به دست آمد و بیشترین مقدار

یک مدیریت مطلوب امکان استفاده بهینه از مناطق نیمه خشک را میسر نموده و به سطح زیر کشت و بازدهی این مناطق افزود (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۳). آن دسته از فرآیندهای گیاهی که به افزایش حجم سلول‌ها (فشارتورگر) وابسته هستند، حساسیت بیشتری به کمبود آب دارند. دو نمونه مهم از این فرآیندها عبارتند از تبادل گازی برگ که به حجم (فشار تورمی) سلول‌های محافظ وابسته است و افزایش سطح برگ به گسترش سلولی متکی می‌باشد. بازداری این فرآیندها در شرایط خشکی می‌تواند به افت قابل ملاحظه عملکرد منجر شود (سلطانی و همکاران، ۱۳۷۹). رشد سریع، قابلیت تطابق با نواحی گرمسیری، مقاومت نسبی بالا به خشکی، درصد بالای پروتئین، پر برگ و خوش‌خوراکی و توانایی تولید بالا (گیاه C4) و کارایی آب بالا همگی باعث شده که در نواحی گرم و خشک که با کمبود آب مواجه هستند این گیاهان (ارزن، سورگوم و ذرت و برخی گراس‌های C4) موجه و مناسب محسوب می‌گردند (Pacific seed, 1991). این گیاهان به علت طول دوره کوتاه رشد، برای کشت دوم (خصوصاً در مناطقی که فصل رشد آن‌ها به علت سرماهای زودرس کوتاه‌تر است) مناسب می‌باشد. بحران انرژی و قیمت‌های صعودی فرآورده‌های کشاورزی (غلات، گیاهان صنعتی، دارویی، علوفه‌ای و تولیدات دامی) موجب شده است که کشت و استفاده از گیاهان علوفه‌ای مورد تاکید قرار گیرد. در همه کشورهای جهان و مخصوصاً در ایران تحقیق و پیشرفت در امر تولید علوفه، مدیریت و بهره‌برداری این گیاهان نسبت به سایر گیاهان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. ارزش اصلی علوفه به ارزش اقتصادی گوشت، شیر و سایر فرآورده‌های دامی بر می‌گردد (مدیر شانه‌چی، ۱۳۷۹). بنا به تحقیقات انجام گرفته توسط Nielsen و همکاران (۲۰۰۶) ذرت علوفه‌ای تا مرحله شروع تولید ماده خشک نسبت به ارزن دم روباهی و تریپیکاله ۵۳ میلی‌متر آب بیشتری مصرف می‌نماید. ساقه‌های بلند ذرت تا زمانی که زنده هستند، در آن‌ها مقدار بسیار زیادی از مواد خشک تجمع می‌یابد. وی

قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در تابستان ۱۳۸۷ انجام گرفت. آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح، آبیاری پس از ۸۰، ۱۲۰ و  $160 \pm 5$  میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و نوع گیاه به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح ارزن علوفه‌ای رقم نوتریفید، سورگوم علوفه‌ای رقم پگاه و ذرت علوفه‌ای رقم سینگل-کراس ۷۰۴ تحت آزمایش قرار گرفت. تاریخ کاشت پس از برداشت گندم و در تاریخ ۸۷/۴/۲۹ بود. پس از آبیاری اولیه زمان جوانه‌زنی مزرعه تاریخ ۸۷/۵/۴ مشخص گردید. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دیسک و تسطیح بود و سپس کوددهی بر اساس نتایج آزمون تجزیه خاک محل کاشت انجام گردید. عملیات تنک کردن برای رسیدن به تراکم مطلوب بوته در تاریخ ۸۷/۵/۲۰ انجام گرفت. عملیات وجین علف‌های هرز در مرحله ۴ تا ۶ برگی و در تاریخ ۲۰۰۸/۸/۱۸ بصورت دستی صورت گرفت. تراکم مورد استفاده برای ذرت علوفه‌ای ۹۸۰۰۰ و برای سورگوم و ارزن علوفه‌ای ۳۳۳۳۳ بوته در هکتار بود. هر کرت فرعی دارای ۵ خط کشت به طول ۳ متر و با فاصله بین خطوط ۶۰ سانتی‌متر بود و مساحت هر کرت ۹ متر مربع بود. بین کرت‌های اصلی سه و بین کرت‌های فرعی ۲ ردیف و بین تکرارهای آزمایشی نیز ۳ متر فاصله در نظر گرفته شد. اعمال سطوح تنش از تاریخ ۸۷/۵/۳۱ انجام گرفت. در این آزمایش مقدار علوفه تر و خشک، وزن خشک برگ، نسبت علوفه خشک به تر، ارتفاع ساقه، قطر ساقه، درصد خاکستر و درصد پروتئین اندازه‌گیری گردید. در اندازه‌گیری صفات نمونه‌برداری‌ها از خطوط وسط کرت‌ها با رعایت اثرات حاشیه‌ای انجام گرفت. برای اندازه‌گیری ارتفاع و قطر ساقه پنج بوته از هر کرت انتخاب گردید و ارتفاع آن با سانتی‌متر و قطر ساقه آن توسط کولیس اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به عنوان داده‌های آزمایشی ثبت گردید. همچنین برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر از ۲ مترمربع کرت نمونه‌برداری گردید و پس از خشک نمودن وزن خشک علوفه، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه و اندام‌های زایشی جداگانه تعیین گردید.

عملکرد علوفه خشک و ارتفاع بوته متعلق به ذرت علوفه‌ای بود که با سورگوم علوفه‌ای در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین مقدار علوفه خشک و ارتفاع بوته نیز متعلق به ارزن علوفه‌ای بود. اشتیری لرکی (۱۳۸۶) کاهش ارتفاع ساقه، تعداد پنجه، وزن برگ، وزن ساقه، عملکرد علوفه تر و به دنبال آن عملکرد علوفه خشک را بر اثر تنش خشکی در سورگوم علوفه‌ای گزارش نمود. طباطبائی و رنجبر (۱۳۸۴) طی آزمایشی بر روی ارزن نوتریفید گزارش نمودند که با افزایش تنش خشکی از میزان عملکرد کاسته شد. صادقی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند که عملکرد تر و خشک کل و اجزای عملکرد ارزن علوفه‌ای در اثر تنش خشکی کاهش یافت. نتایج آزمایش موسوی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که عملکرد علوفه خشک و تر در هر دو گیاه سورگوم و ذرت علوفه‌ای تحت تاثیر تنش کم آبی قرار گرفت و با افزایش تنش خشکی از مقدار آن‌ها کاسته شد. پای‌گذار و همکاران (۱۳۸۸) طی آزمایشی که بر روی ارزن علوفه‌ای انجام دادند نشان دادند که بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در تیمار شاهد آبیاری به دست آمد و با افزایش تنش از مقدار این صفات کاسته شد. با توجه به مشکل کمبود آب خصوصاً در ماه‌های تابستان، انتخاب و کاشت یک گیاه مناسب و با بازده بالا یکی از مهم‌ترین مدیریت‌های زراعی می‌باشد. گیاهان ارزن، سورگوم و ذرت به علت داشتن مقاومت بالا در برابر تنش کم آبی و تولید مطلوب و سرعت رشد زیاد از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای برای کشت دوم در مناطقی مانند آذربایجان می‌باشند. مقایسه مقاومت این سه گیاه در شرایط یکسان (تنش و عادی) می‌تواند ما را در انتخاب نوع گیاه در هر دو شرایط در منطقه یاری نماید.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد سه گیاه ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای در شرایط عادی و تنش، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در

همچنین نمونه‌هایی از هر کرت به آزمایشگاه منتقل و مقدار خاکستر و پروتئین برای هر نمونه اندازه‌گیری گردید. برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل آماری صفات نیز از نرم افزار آماری MSTATC استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

## نتایج و بحث

**قطر ساقه:** از نظر قطر ساقه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین سطوح مختلف آبیاری مشاهده گردید (جدول ۱)، بدین ترتیب که بیشترین مقدار قطر ساقه مربوط به سطوح آبیاری پس از ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر بود و کمترین مقدار مربوط به سطح دیگر آبیاری (آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر) بود (جدول ۲). نوع گیاه اثر معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد بر روی قطر ساقه داشت (جدول ۱). بیشترین قطر ساقه با میانگین ۲۰/۵ میلی‌متر مربوط به ذرت بود و گیاهان سورگوم و ارزن با میانگین ۱۵/۷ و ۱۲/۵ میلی‌متر به ترتیب در گروه‌های آماری جداگانه‌ای قرار گرفتند (جدول ۲). بین اثرات متقابل سطوح آبیاری و نوع گیاه تفاوت معنی‌داری از نظر قطر ساقه مشاهده نگردید و سطوح مختلف دو فاکتور به طور مستقل از یکدیگر عمل نموده و تاثیری بر روی یکدیگر نداشتند (جدول ۱). همان‌طور که قبلاً اشاره گردید، آب باعث افزایش تورژسانس سلولی می‌گردد و تورژسانس باعث افزایش حجم و اندازه سلول‌ها می‌گردد و در نتیجه قطر اندام‌های گیاه افزایش می‌یابد. وقتی که گیاه با کمبود آب مواجه گردید عمل تورژسانس کمتر و یا اصلاً انجام نمی‌گیرد و در نهایت منتج به این می‌گردد که قطر ساقه کاهش یابد. در مورد نوع گیاه می‌توان گفت که به غیر از عوامل محیطی، چون ذرت دارای فواصل بیشتر کاشت و تراکم کمتر نسبت به دو گیاه دیگر است، بنابراین فضای رشد کافی را برای افزایش قطر ساقه‌های خود خواهد داشت و می‌تواند با افزایش تعداد سلول‌ها بر قطر ساقه خود بیفزاید.

**وزن خشک برگ:** وزن خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک برگ به ترتیب با میانگین ۴۶۶/۵ و ۳۵۶/۶ گرم در مترمربع مربوط به سطوح آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر و آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۲). بین اثرات ساده نوع گیاه تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک برگ وجود نداشت (جدول ۱)، همچنین بین اثرات متقابل سطوح آبیاری و نوع گیاه تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک برگ مشاهده نگردید و سطوح مختلف دو فاکتور به طور مستقل از یکدیگر عمل نموده و تاثیری بر روی یکدیگر نداشتند (جدول ۱). در مورد وزن خشک برگ می‌توان اظهار نمود که با افزایش سطوح تنش حجم و اندازه سلول‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه از وزن خشک برگ‌ها کاسته می‌شود. در بین انواع گیاهان نیز می‌توان این‌گونه اظهار نمود که این گیاهان دارای تعداد و اندازه و حجم تقریباً یکسانی هستند و در نتیجه از نظر آماری با هم تفاوت معنی‌داری را با هم نداشتند.

**وزن خشک ساقه و اندام زایشی:** اثر سطوح مختلف آبیاری بر این صفت تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). نوع گیاه تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر صفت وزن خشک ساقه و اندام زایشی داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک ساقه و اندام زایشی با میانگین ۲۰۴۵/۷ گرم در مترمربع مربوط به گیاه ذرت و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۱۴۳۴/۴ گرم در مترمربع مربوط به گیاه ارزن بود (جدول ۲). همچنین اثرات متقابل دو فاکتور تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۱). در این مورد می‌توان اظهار نمود که بعد از این‌که نمونه‌ها خشک شدند و وزن آب آن‌ها کم شد، مقدار وزن خشک بیوماس بخش‌های گیاهی باقی می‌ماند، تفاوت عمده عملکرد بین سطوح تنش بر اثر وجود آب در بافت‌های گیاهی تازه می‌باشد که این آب اکثراً برای تورژسانس سلولی می‌باشد تا این‌که حجم سلول به حداکثر

های درشت و کلا حجم بوته بالاتر، ذرت از نظر وزن خشک ساقه و اندام زایشی برتر از سورگوم و ارزن باشد. همچنین به علت وجود برخی خصوصیات مورفولوژیکی و ژنتیکی ارزن علوفه‌ای، این گیاه قدرت جذب و آماس سلولی کمتری نسبت به ذرت و سورگوم دارد و به همین علت وزن علوفه تر کمتری را نسبت به دو گیاه دیگر دارد در حالی که مقدار ماده خشک بیشتری را نسبت به دو گیاه دیگر تولید می‌کند. **عملکرد علوفه تر:** با توجه به نتایج آماری عملکرد علوفه تر تحت تاثیر سطوح آبیاری قرار گرفت (جدول ۳) و بیشترین عملکرد علوفه تر در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۹۷/۷ تن در هکتار مشاهده گردید و عملکرد علوفه سطوح آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب نسبت به تیمار سطح اول آبیاری حدود ۷/۵ و ۱۸ درصد کاهش و به ۹۰/۳ و ۸۰/۲ تن در هکتار کاهش یافت (جدول ۴). مشاهدات آماری بیانگر تاثیر معنی‌دار نوع گیاه در سطح یک درصد بر روی عملکرد علوفه تر بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین مقدار علوفه تر به ترتیب مربوط به گیاهان ذرت و ارزن به ترتیب با میانگین ۱۰۳/۹ و ۶۲/۲ تن در هکتار بود و همچنین سورگوم با میانگین عملکرد علوفه ۱۰۲/۱ تن در هکتار با ذرت در گروه آماری مشابه قرار گرفت (جدول ۴). اختلاف آماری معنی‌داری از نظر عملکرد علوفه تر بین سطوح اثرات متقابل آبیاری و نوع گیاه مشاهده نگردید (جدول ۳). تنش و افزایش فواصل آبیاری باعث می‌گردد که فشار تورژسانس در سلول‌ها کاهش یابد، این کاهش فشار تورژسانس باعث می‌شود تا آب کمتری در درون سلول‌ها باقی بماند و در نتیجه از حجم سلول‌ها کاسته می‌شود که آن نیز باعث کاهش وزن سلول‌ها و در نتیجه عملکرد علوفه تر می‌گردد. با کاهش رطوبت خاک، مقدار فتوسنتز کاهش می‌یابد. تنش خشکی می‌تواند به‌طور مستقیم از طریق تاثیر بر فرآیندهای مختلف بیوشیمیایی و به‌طور غیرمستقیم از طریق کاهش دادن میزان جذب گاز کربنیک در اثر انسداد روزنه‌ها بر فتوسنتز اثر کند. زمانی که سرعت جذب آب توسط ریشه‌ها از سرعت تعرق کمتر

مقدار خود برسد، در حالی که احتمالاً وزن خشک این اندام‌ها تقریباً با هم برابر می‌باشد، البته با توجه به میانگین‌های بدست آمده می‌توان اظهار نمود که با افزایش سطح تنش عملکرد کاهش یافته است ولی این مقدار معنی‌دار نیست. در مورد تفاوت معنی‌دار بین سطوح گیاهان نیز می‌توان این‌گونه اظهار نظر نمود که با توجه به ارتفاع و قطر ساقه ذرت و همچنین وجود بلال‌های درشت و کلا حجم بوته بالاتر، می‌توان این انتظار را داشت که ذرت از نظر وزن خشک ساقه و اندام زایشی برتر از سورگوم و ارزن باشد.

**نسبت علوفه خشک به تر:** سطوح مختلف آبیاری از نظر نسبت علوفه خشک به تر تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳). مشاهدات آماری بیانگر تاثیر معنی‌دار نوع گیاه در سطح یک درصد بر روی نسبت علوفه تر به خشک بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین نسبت علوفه خشک به تر به ترتیب مربوط به گیاهان ارزن و سورگوم به ترتیب با میانگین ۲۹/۵ و ۲۱/۷ درصد بود و همچنین گیاه ذرت با نسبت ۲۳/۶ درصد در گروه آماری بینابین قرار گرفت (جدول ۴). بین اثرات متقابل سطوح آبیاری و نوع گیاه تفاوت معنی‌داری از نظر نسبت علوفه خشک به تر مشاهده نگردید و سطوح مختلف دو فاکتور به‌طور مستقل از یکدیگر عمل نموده و تاثیری بر روی یکدیگر نداشتند (جدول ۳). با توجه به عملکرد علوفه تر و همچنین نسبت علوفه خشک به تر که در تمام سطوح آبیاری تقریباً با هم مساوی می‌باشد. در این مورد می‌توان اظهار نمود بعد از این که نمونه‌ها خشک شدند و وزن آب آن‌ها کم شد، ماده خشک بخش‌های گیاهی باقی می‌ماند، تفاوت عمده عملکرد بین سطوح تنش بر اثر وجود آب در بافت‌های گیاهی تازه می‌باشد که این آب اکثراً برای تورژسانس سلولی می‌باشد تا این که حجم سلول به حداکثر مقدار خود برسد، در حالی که احتمالاً وزن خشک این اندام‌ها تقریباً با هم برابر می‌باشد. در مورد تفاوت معنی‌دار بین سطوح گیاهان مختلف نیز می‌توان این‌گونه اظهار نظر نمود که با توجه به ارتفاع و قطر ساقه ذرت و همچنین وجود بلال-

همکاران (۱۳۸۸) گزارش گردیده است. با توجه به خصوصیات گیاهان فوق می توان اظهار داشت که به علت خصوصیات ژنتیکی این گیاهان، همچنین با توجه به مقدار علوفه تر این گیاهان انتظار می رود که مقدار علوفه خشک نیز به ترتیب فوق بوده و از روند علوفه تر پیروی نماید.

**درصد پروتئین:** نتایج تجزیه واریانس درصد پروتئین نشان داد که سطوح مختلف آبیاری تاثیر معنی داری را در سطح احتمال یک درصد بر این صفت داشت (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین ها می توان اظهار نمود که کمترین مقدار پروتئین مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۶۰ میلی متر تبخیر بود و دو سطح دیگر آبیاری اختلاف آماری معنی داری با هم نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). همچنین گیاهان مختلف از نظر درصد پروتئین اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال یک درصد با هم نداشتند (جدول ۳). ارزش علوفه ای با میانگین پروتئین ۱۴/۰۸ درصد در برترین گروه آماری جای گرفت و گیاه ذرت و سورگوم در گروه آماری مشابه قرار گرفتند (جدول ۴). بین سطوح مختلف اثرات متقابل دو فاکتور اختلاف آماری معنی داری از نظر درصد پروتئین مشاهده نگردید (جدول ۳). کاهش درصد پروتئین در شرایط تنش خشکی توسط پژوهشگران متعددی از جمله: Misra (۱۹۹۴)، ناخدا و همکاران (۱۳۸۰)، پای گذار و همکاران (۱۳۸۸) گزارش گردیده است. علت این امر را می توان به تجزیه برخی پروتئین ها در شرایط تنش خشکی و عدم سنتز مجدد آنها در این شرایط مربوط دانست (Kramer, 1983; Levitt, 1980). از نظر درصد پروتئین در گیاهان مختلف نیز می توان به خصوصیات ژنتیکی و فیزیولوژیکی و همچنین چرخه های فتوسنتزی و ساخت مواد غذایی در گیاهان اشاره نمود.

**درصد خاکستر:** از نظر درصد خاکستر اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال یک درصد بین سطوح مختلف آبیاری و نوع گیاه مشاهده گردید (جدول ۱). بین اثرات متقابل سطوح آبیاری و نوع گیاه تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد از نظر درصد خاکستر مشاهده

می شود، تورژسانس سلول های محافظ روزنه ای کاهش یافته و روزنه ها شروع به بسته شدن می کنند. روزنه هایی که تاحدی بسته شده اند نه تنها تعرق را محدود می سازند بلکه جریان دی اکسید کربن و متعاقباً، فتوسنتز را کاهش می دهند. بسته شدن روزنه ها تعرق را بیشتر از فتوسنتز محدود می سازد. این موضوع به علت وجود مقاومت های مختلف در سر راه ورود و خروج دی اکسید کربن و آب در برگ است (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). کاهش عملکرد علوفه تر توسط راهنما و همکاران (۱۳۸۷) و موسوی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش گردیده است. در گیاهان متفاوت مقدار حجم سلول ها متفاوت بوده و در گیاهان مختلف مقدار ذخیره آب در این سلول ها متفاوت می باشد، همچنین تعداد سلول های گیاهی در گیاهان مختلف با یکدیگر متفاوت می باشد و این دو عامل مشخص کننده اندازه و مقدار جثه گیاه می باشد.

**عملکرد علوفه خشک:** از نظر عملکرد علوفه خشک اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال پنج درصد بین سطوح مختلف آبیاری مشاهده گردید (جدول ۳). جدول ۴ نشان داد که سطح آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر با میانگین ۲۴/۱ تن در هکتار بیشترین و سطح آبیاری پس از ۱۶۰ میلی متر تبخیر با میانگین ۱۸/۷ تن در هکتار کمترین عملکرد علوفه خشک را داشت و تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر در گروه حد واسط قرار گرفت. مشاهدات آماری بیانگر تاثیر معنی دار نوع گیاه در سطح پنج درصد بر روی عملکرد علوفه خشک بود (جدول ۳). کمترین و بیشترین مقدار علوفه خشک به ترتیب مربوط به گیاهان ارزن و ذرت به ترتیب با میانگین ۱۸/۱ و ۲۴/۶ تن در هکتار بود و همچنین سورگوم با میانگین عملکرد علوفه ۲۲/۵ تن در هکتار در گروه آماری حد واسط قرار گرفت (جدول ۴). اثرات متقابل سطوح آبیاری و نوع گیاه بر عملکرد علوفه خشک تاثیر معنی داری نداشتند (جدول ۳). با توجه به مقدار عملکرد علوفه تازه می توان انتظار داشت که مقدار علوفه خشک نیز با افزایش مقدار تنش و فاصله آبیاری کاهش یابد. کاهش علوفه خشک توسط موسوی و

گردید (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین مشخص گردید که گیاه سورگوم در سطح آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر با میانگین ۸/۹۳ دارای بیشترین درصد خاکستر و ذرت در سه سطح آبیاری و ارزن در دو سطح آبیاری پس از ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر پس از تبخیر دارای کمترین مقدار درصد خاکستر بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۱). با توجه به این موضوع که درصد خاکستر در واقع بیانگر مقدار مواد معدنی موجود در بافت گیاهی بوده (مدیر شانه‌چی، ۱۳۷۹) و جذب این مواد توسط ریشه در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (Kramer, 1983)، در نتیجه کاهش درصد خاکستر در این شرایط بسیار محتمل است. کاهش درصد خاکستر علوفه در شرایط تنش خشکی توسط Wilson (۱۹۸۳) و پای‌گذار و همکاران (۱۳۸۸) گزارش گردیده است. همچنین در مورد نوع گیاهان نیز می‌توان این‌گونه اظهار نظر نمود که، با توجه به ویژگی ژنتیکی گیاه سورگوم و همچنین با توجه به تحقیقات سایر محققان بیشترین مقدار درصد خاکستر مربوط به گیاه سورگوم بود.

### تشکر و قدردانی

این طرح توسط باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی حمایت و در اجرای آن ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی مساعدت نمود، بدین وسیله از مساعدت اساتید و دوستان محترم کمال تشکر را دارم.

جدول ۱- میانگین مربعات آزمایشی برای برخی صفات مورفولوژیک

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه و اندام زایشی	نسبت علوفه خشک به تر
تکرار	۳	۰/۳۸۹	۴۱۷۲۹۴/۰۲۸	۳۵۵۱۴۸/۲۳۴	۳۹/۱۷۷
سطوح آبیاری	۲	۵/۵۵۴*	۳۷۷۸۷۰/۶۳۶۱*	۶۰۷۶۳۴/۰۴۶	۴/۲۰۸
خطا (a)	۶	۰/۹۱۵	۴۴۳۱۰۸/۲۵۰	۱۶۱۴۸۵/۶۰۰	۱۲/۴۵۵
نوع گیاه	۲	۱۹۴/۷۷۷**	۱۰۶۲۷۹۶/۳۶۱	۱۱۴۴۲۷۶/۸۶۴*	۲۰/۲۱۲**
سطوح آبیاری × نوع گیاه	۴	۰/۸۳۳	۳۳۱۴۷۰/۷۷۸	۱۰۵۶۱۶/۸۸۹	۲/۳۹۸
خطا (b)	۱۸	۱/۶۰۹	۶۱۹۴۵۵/۱۲۰	۲۸۵۶۳۷/۵۰۶	۷/۰۸۹
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۸۳	۱۹/۴۳	۳۰/۲۷	۱۰/۶۹

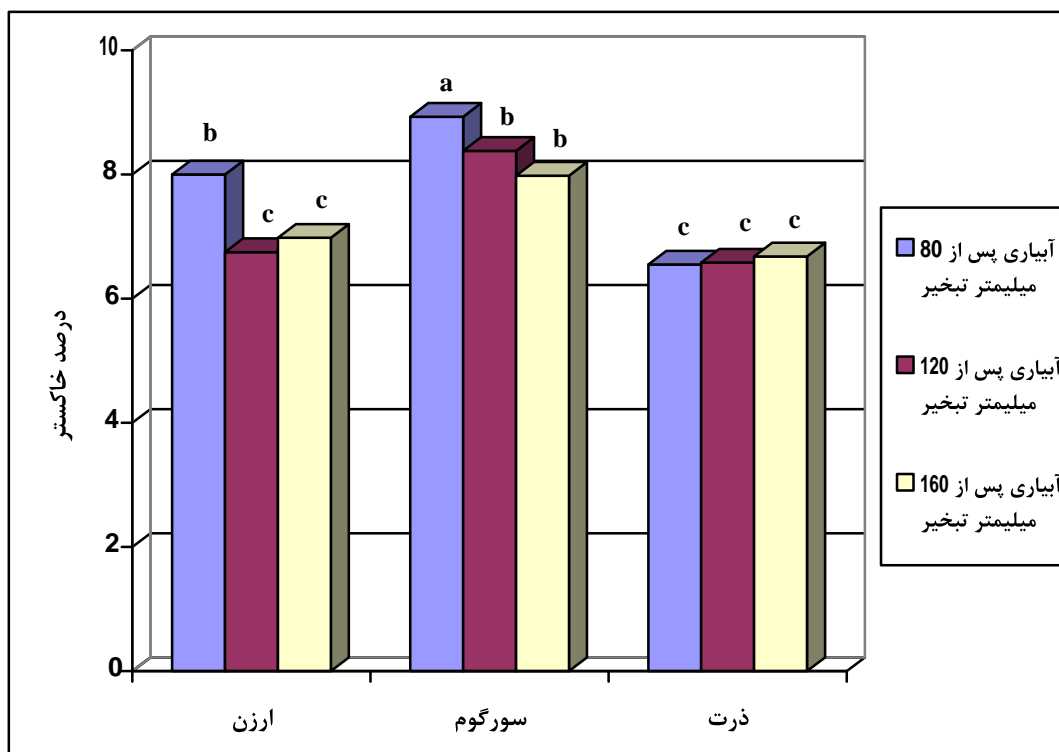
\* و \*\* بترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح آبیاری و نوع گیاه بر برخی صفات مورفولوژیک

منابع تغییرات	قطر ساقه (میلی متر)	وزن خشک برگ (گرم در مترمربع)	وزن خشک ساقه و اندام زایشی (گرم در مترمربع)	نسبت علوفه خشک به تر
آبیاری				
آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر	a ۱۶/۷	a ۴۶۶/۵		
آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر تبخیر	a ۱۶/۵	b ۳۹۲/۰		
آبیاری پس از ۱۶۰ میلی متر تبخیر	b ۱۵/۴	b ۳۵۶/۶		
گیاه				
ارزن	c ۱۲/۵	a ۲۰۴۵/۷	a ۲۹/۵	a
سورگوم	b ۱۵/۷	ab ۱۸۱۶/۰	b ۲۱/۷	b
ذرت	a ۲۰/۵	b ۱۴۳۴/۴	b ۲۳/۶	b

اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن با هم ندارند





شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف آبیاری و نوع گیاه بر درصد خاکستر

جدول ۳- میانگین مربعات آزمایشی برای صفات عملکردی و کیفی علوفه

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	درصد پروتئین	درصد خاکستر
تکرار	۳	۳۲۸۷۷۸۰۷/۳۶۱	۴۰۱۴۸۳۶۵/۱۸۴	۲/۳۳۱	۰/۰۳۶
سطوح آبیاری	۲	۹۲۲۷۵۷۲۵۲/۱۵۲*	۹۱۰۲۱۴۵۳/۲۸۴*	۵/۴۹۱**	۱/۴۶۲**
خطا (a)	۶	۱۲۸۵۷۰۵۵۰/۱۶۹	۱۸۰۶۷۱۱۴/۸۲۲	۰/۳۲۷	۰/۰۲۶
نوع گیاه	۲	۶۶۸۰۰۳۷۱۲۱/۲۸۰**	۱۳۱۵۸۷۹۴۸/۸۷۸*	۱۴/۳۰۶**	۱۰/۲۸۵**
سطوح آبیاری × نوع گیاه	۴	۱۸۵۲۱۸۴۶۰/۷۸۸	۱۳۰۴۴۸۱۶/۸۲۲	۲/۵۴۸	۰/۶۲۱**
خطا (b)	۱۸	۳۹۱۱۴۸۲۴۸/۳۷۴	۳۵۱۰۹۸۹۰/۶۸۰	۱/۵۷۵	۰/۰۸۹
ضریب تغییرات (درصد)		۲۲/۱۲	۲۷/۳۰	۹/۷۳	۴/۰۲

\* و \*\* بترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح آبیاری و نوع گیاه بر صفات عملکردی و کیفی علوفه

منابع تغییرات		عملکرد علوفه تر		عملکرد علوفه خشک		درصد خاکستر		درصد پروتئین	
		(تن در هکتار)		(تن در هکتار)		(درصد)		(درصد)	
آبیاری									
آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر		a	۹۷/۷	a	۲۴/۱	a	۷/۸۲	a	۱۳/۱۴
آبیاری پس از ۱۲۰ میلی متر تبخیر		b	۹۰/۳	ab	۲۲/۴	b	۷/۲۳	a	۱۳/۴۴
آبیاری پس از ۱۶۰ میلی متر تبخیر		c	۸۰/۲	b	۱۸/۷	b	۷/۲۱	b	۱۲/۱۴
گیاه									
ارزن		b	۶۲/۲	b	۱۸/۱	ab	۷/۲۴	a	۱۴/۰۸
سورگوم		a	۱۰۲/۱	ab	۲۲/۵	a	۸/۴۳	b	۱۱/۹۲
ذرت		a	۱۰۳/۹	a	۲۴/۶	b	۶/۶۰	b	۱۲/۷۲

اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن با هم ندارند

### فهرست منابع:

- اشیدری، د. م. گواهی. و ر. خلیفه. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی روی برخی از گیاهان علوفه ای (ذرت و سورگوم) در کرمان. <http://alonefarmer.blogfa.com/post-1326.aspx>
- اشتری لرکی، س. ۱۳۸۶. تعیین عملکرد گیاه سورگوم علوفه‌ای تحت تنش رطوبتی و کارائی مصرف آب. اولین همایش منطقه‌ای اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. صفحات: ۱۱۸۷-۱۱۸۰.
- پای‌گذار، ی. ا. قنبری، م. حیدری. و ا. توسلی. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن مرواریدی رقم نوتریفید تحت تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۳ (۱۰): ۸۱-۶۷.
- حامدی، س. ع. مهرگان. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. نقش تغذیه متعادل در کاهش اثرات سوء خشکسالی در گیاهان. نشریه فنی شماره ۴۲۴. انتشارات سنا. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران.
- حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۳. جذب آب و تعرق. انتشارات کمیته ملی خشکی و خشکسالی کشاورزی. ۱۹۴ صفحه.
- راهنما، ع. ا. ش. ا. آبسالن. و م. ا. مکوندی. ۱۳۸۷. اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه سورگوم علوفه‌ای. مجله پژوهش در علوم زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی. ۱ (۲): ۲۵-۱۱.

۷. سلطانی، ا. ف. رحیم زاده، ک. قاسمی. و م. مقدم. ۱۳۷۹. واکنش تعرق و رشد برگ نخود به کمبود آب. مجله دانش کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۱۰ (۱): ۱۵-۹.
۸. صادقی، ح.، س. غ. ر. موسوی، م. ج. ثقه الاسلامی. و ج. علیزاده. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن نوتریفید. ششمین همایش ملی علوم کشاورزی و منابع طبیعی باشگاه پژوهشگران جوان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. صفحه ۱۹۹.
۹. طباطبائی، س. ع. و غ. رنجبر. ۱۳۸۴. بررسی اثرات خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارزن نوتریفید. خلاصه مقالات اولین همایش اثر تنش‌های محیطی بر گیاهان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان. صفحه ۱۰۹.
۱۰. کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۵۴ صفحه.
۱۱. کوچکی، ع. و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.
۱۲. مدیر شانه‌چی، م. ۱۳۷۹. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای. چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۳۰ صفحه.
۱۳. موسوی، س. غ. ر.، م. ج. ثقه‌الاسلامی، ح. جوادی. و الف. انصاری نیا. ۱۳۸۷. اثر دور آبیاری و الگوی کاشت بر خصوصیات کیفی سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید در شرایط بیرجند. چکیده مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۳۴۷.
۱۴. موسوی، س. غ. ر.، م. ج. میرهادی، س. ع. ا. سیادت، ق. نورمحمدی. و ف. درویش. ۱۳۸۸. تاثیر تنش کم آبی و کود نیتروژن بر عملکرد و راندمان مصرف آب سورگوم و ارزن علوفه‌ای. مجله دانش نوین کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه. ۵ (۱۵): ۱۱۴-۱۰۱.
۱۵. نباتی، ج. و پ. رضوانی مقدم. ۱۳۸۹. اثر فواصل آبیاری بر عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۱ (۱): ۱۸۶-۱۷۹.
16. Barnhart, S. 2003. Drought/dry summer corn and soybean forage harvest options and management strategies. *Integrated Crop Management*. 490 (22): 164- 165.
17. Berenguer, M.G. and J.M. Faci. 2001. Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. *European Journal of Agronomy*. 15: 43- 55.
18. Kramer, P. J. 1983. Water relation of plants. Academic Press, New York. 540 Pp.
19. Levitt, J. 1980. Responses of plant to environmental stresses. Academic Press, New York. 215 Pp.
20. Misra, A. N. 1994. Pearl millet, seedling establishment under variable soil moisture stress. *Acta Physiologia Plantarum*. 16 (2): 101- 103.
21. Nielsen, D. C., M. F. Vigil and J. G. Benjamin. 2006. Forage yield response to water use for dry land corn, millet and triticale in the central Great Plains. *Agronomy Journal*. 98: 992-998.
22. Pacific seed. 1991. Growing Better Forage. Pacific seeds, ltd. Australia.
23. Pacific seed. 1992. Summer Forage Guide. Pacific seeds, Queensland. Australia.
24. Stone, L. R., D. E. Goodrum, M. N. Jaffar and A. H. Khan. 2001. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. *Agronomy Journal*. 1105- 1110.
25. Unger, P. W. 2001. Alternative and opportunity dry land crops and related soil conditions in the southern Great Plains. *Agronomy Journal*. 93: 216- 226.
26. Wilson, J. R. 1983. Effect of water stress on in vitro dry matter digestibility and chemical composition of herbage of tropical pasture species. *Australian Journal Agriculture Research*. 34: 377- 390.