بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر صفات مورفولوژیک و تولید ارقام مختلف یونجه در شرایط آب و هوایی خوزستان - اهواز

کورش بهنام‌فر[۱*]، سید عطاالله سیادت[۲]، عبدالمهدی بخشنده[۲]،
خلیل عالمی‌سعید[۳]، سید محمود کاشفی‌پور[۴] و علی اشرف جعفری[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۱۸)

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر کم‌آبیاری بر صفات مورفولوژیک ارقام یونجهٔ دائمی *(Medicago sativa)*، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۱ - ۹۰ در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. تیمارآبیاری در چهار سطح به‌عنوان فاکتور اصلی و براساس رطوبت قابل استفادهٔ خاک در منطقهٔ ریشه (آبیاری پس از تخلیهٔ ۵۰٪، ۶۵٪ و۸۰ ٪ کل آب در دسترس گیاه در منطقه ریشه و آبیاری سنتی به‌عنوان شاهد) و ارقام یونجه به‌عنوان فاکتور فرعی نیز در چهار سطح (بغدادی، مساسرسا، یزدی و همدانی) در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست آمده از میانگین ۵ برداشت متوالی نشان داد در کلیه ارقام مورد بررسی بالاترین میزان عملکرد علوفه خشک در تیمار شاهد تولید شد که با تأخیر در آبیاری روند کاهشی داشت. رقم بغدادی در کلیه تیمارهای آبیاری دارای بالاترین عملکرد علوفه خشک بود. با تأخیر در آبیاری تا تیمار ۵۰٪ تخلیه رطوبتی خاک، نسبت برگ به ساقه در حدود ۲۲٪ (میانگین کل ارقام) افزایش یافت. ارتفاع ساقه، شاخص سطح برگ و وزن تک ساقه نیز با تأخیر در آبیاری روند کاهشی داشتند. نسبت سطح برگ به وزن برگ (SLA) با تأخیر در آبیاری کاهش یافت اما شدت این کاهش در رقم بغدادی بیشتر از سایر ارقام بود. کم‌آبیاری اثرات متفاوتی بر تعداد ساقه در واحد سطح، در ارقام مختلف داشت، به‌طوری‌که در رقم بغدادی با اعمال تیمارهای کم‌آبیاری نسبت به آبیاری مرسوم، افزایش یافت. در رقم مساسرسا نیز این وضعیت تا تیمار آبیاری پس از ۶۵٪ تخلیه مشاهده شد، درحالی‌که در دو رقم دیگر روند کاهشی داشت. به‌طورکلی ارقام بغدادی و مساسرسا با کمترین تأثیرپذیری از کم‌آبیاری در صفات مورد بررسی، به‌عنوان ارقام با تحمل بالا در منطقه مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی: تخلیه رطوبتی خاک، ارتفاع ساقه، شاخص سطح برگ، تعداد برگ، نسبت برگ به ساقه، تعداد ساقه

۱. دانشجوی سابق دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲ و ۳. به‌ترتیب استاد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۴. استاد گروه سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

۵. استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ko_behnamfar@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]

مقدمه

کمبود آب موجب مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان و تغییر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و نیتروژن، تغییر در ساختمان پروتئین‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و کاهش هورمون‌های تحریک کنندهٔ رشد می‌شود (۳۰) و این تغییرات فیزیولوژیکی در نهایت منجر به تغییرات مورفولوژیکی در بذر، گیاهچه، برگ، ارتفاع گیاه و... می‌گردد (۱۳). در پاسخ به کمبود آب گیاهان این توانایی را دارند که برای جلوگیری از پسابیدگی بافت‌ها تعرق را از طریق کاهش سطح برگ، پایین آورند (۱۴ و ۱۵). اریک و همکاران (۱۰) بیان نمودند که یونجه برای رشد و نمو در دامنه گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی دارای مکانیسم‌های متفاوتی برای ایجاد سازگاری به شرایط محیطی نامساعد و به‌خصوص خشکی می‌باشد که تغییرات مورفولوژیکی از اولین مکانیسم‌های خاص برای مقابله با شرایط دشوار محیطی می‌باشند. تحقیقات روی یونجه نشان داده است که با کاهش رطوبت خاک تعداد ساقه در گیاه، ارتفاع ساقه، وزن ریشه و بخش هوایی گیاه کاهش می‌یابد. هم‌چنین در شرایط تنش شدید اغلب درصد وزن برگ‌ها افزایش یافته و می‌تواند با کوتاه شدن میان‌گره‌ها و قطر ساقه هم همراه باشد. به‌عبارت دیگر، در گیاهان تحت تنش وزن بافت‌های ساقه نسبت به وزن برگ‌ها کاهش می‌یابد (۱۳). در بررسی‌های انجام شده توسط ایریگیون و همکاران (۱۲) مشخص شد که با افزایش تنش خشکی، طول ریشه و ساقه کاهش می‌یابد و کاهش در جوانه‌های قاعده‌ای، تعداد شاخه‌ها، اندازه برگ، طول میان‌گره و وزن ماده خشک نیز دیده می‌شود. هم‌چنین نسبت سطح برگ به وزن برگ که بیانگر ضخامت برگ می‌باشد، نیز تحت شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (۱۶ و ۱۷). بالاتر بودن این نسبت بیانگر سطح برگ بیشتر در ماده خشک برگ و در نتیجه کاهش قابلیت کنترل تلفات آب می‌باشد (۴). به‌طورکلی با حضور تنش خشکی، کاهش رشد در تمام اندام‌های گیاه مشاهده می‌گردد (۱۳). زمانیان و همکاران (۳۵)، ضمن با اهمیت دانستن خصوصیات مورفولوژیک یونجه، تولید ماده خشک آن را تحت شرایط محیطی وابسته به بسیاری از خصوصیات فنولوژیک و مورفولوژیک گیاه دانستند. پیتر و همکاران (۲۱) و اسمیت و هامل (۳۲) عملکرد علوفه یونجه را تابع سه عامل تعداد بوته در واحد سطح، تعداد ساقه در بوته و عملکرد تک ساقه اعلام داشتند ولی سنگل (۲۸) اجزای عملکرد علوفه را ارتفاع ساقه، تعداد ساقه در گیاه و عملکرد تک ساقه دانست. والنس و چرنی (۳۴) عملکرد تک ساقه را مهم‌ترین جزء عملکرد یونجه اعلام کرد درحالی‌که هارت (۱۱) میانگین تعداد ساقه در واحد سطح را بهترین خصوصیت مورفولوژیک مؤثر بر عملکرد یونجه دانسته و ۶۳ درصد کل تغییرات را مربوط به همین مؤلفه گزارش کرد.

مارتینز (۱۸) علت کاهش علوفه یونجه را در تنش‌های کم‌آبی مربوط به کاهش تعداد ساقه در گیاه، ارتفاع ساقه و هم‌چنین کاهش میزان فتوسنتز، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تثبیت نیتروژن دانست. کاتیک و همکاران (۲۰) در آزمایشی ۵ رقم یونجه را در شرایط تنش خشکی و عدم تنش خشکی مقایسه کردند و کاهش عملکرد علوفه خشک را از ۲۳۰۰۰ کیلوگرم (در مجموع ۵ چین) از تیمار عدم تنش خشکی به ۱۷۵۹۰ کیلوگرم در هکتار (در مجموع ۵ چین) در تیمار تنش خشکی گزارش کردند. اسیلان و حاجیلویی (۵) در بیان نتایج بررسی‌های خود اعلام کرد که اثر تنش خشکی بر روی تعداد ساقه در واحد سطح (مترمربع) بسیار معنی‌دار بود. به‌طوری‌که با افزایش تنش کم آبی از تعداد ساقه در مترمربع کاسته شد. بالاترین تعداد ساقه ۳۲۵/۲ عدد از تیمار تنش کم‌آبی ملایم و کمترین تعداد ساقه ۲۶۹/۷ از تنش شدید کم‌آبی حاصل گردید. کاهش تعداد ساقه در یونجه در هنگام کمبود آب توسط مارتینز (۱۸) و سعید و نادی (۲۷) نیز گزارش شده است، کاهش در تعداد ساقه احتمالاً یکی از استراتژی‌های یونجه برای کاهش سطح تعرق کننده محسوب می‌شود و بدین طریق گیاه تلفات آبی را کم می‌کند. اسیلان و حاجیلویی(۵) اختلاف بین ارقام را در تولید تعداد ساقه در واحد سطح، نیز معنی‌دار اعلام کردند به‌طوری‌که ارقام سازگار منطقه جیرفت (نیک‌شهری و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]

بمی و تا حدودی بغدادی) دارای تعداد ساقه بیشتری در مترمربع نسبت به ارقام یزدی و رنجر بودند. بالاترین تعداد ساقه از رقم بمی، ۳۳۴/۴ بوته در مترمربع و کمترین، ۲۴۳ ساقه در مترمربع از رقم رنجر بهدست آمد. سنگل (۲۸) هم تفاوت معنیداری را بین ارقام از لحاظ تولید تعداد ساقه در واحد سطح مشاهده کرد. اکوتیپ یونجه *Kasimoyiu* بیشترین تعداد ساقه و اکوتیپهای *Alakoy* و *Cayirbasi* کمترین تعداد ساقه را دارا بودند. بوکستن (۷) نیز کاهش رشد ساقه در اثر تنش خشکی را اعلام نمود. این کاهش رشد ناشی از کاهش قطر ساقه و طول میانگره است (۶، ۱۸، ۲۲ و ۲۷). اسیلان و حاجیلویی (۵) نیز کاهش ارتفاع ساقه با افزایش تنش کمآبی را گزارش کردند بهطوریکه بالاترین ارتفاع ساقه یونجه ۴۷/۳ سانتیمتر از تیمار تنش کمآبی ملایم و کمترین ارتفاع ساقه از تیمار تنش کمآبی شدید ۳۹/۸ حاصل شد. بین ارقام مختلف نیز از نظر ارتفاع ساقهٔ تفاوت معنیداری وجود داشت. بهطوریکه بالاترین ارتفاع با ۵۰/۰ سانتیمتر از رقم بمی و پس از آن ارقام نیکشهری و بغدادی بهترتیب با ارتفاع ۴۸/۸ و ۴۷/۸ سانتیمتر قرار گرفتند و در ارقام رنجر و یزدی با ۳۰/۹ سانتیمتر دارای کمترین ارتفاع ساقه بودند. سنگل (۲۸) نیز اختلاف معنیدار بین اکوتیپهای مورد بررسی خود را از نظر ارتفاع ساقه گزارش کرد. افزایش نسبت برگ به ساقه با افزایش تنش کمآبی توسط اسیلان و حاجیلویی(۵) با ۱/۲۵ در تیمار تنش کمآبی ملایم تا ۱/۴۳ در تیمار تنش شدید اعلام شد. افزایش نسبت برگ به ساقه در اثر تنش خشکی توسط سعید و نادی (۲۷) و مارتینز (۱۸) نیز گزارش شده است. اثر تنش کمآبی بر روی تعداد گره در بررسیهای اسیلان و حاجیلویی (۵) معنیدار بود و بیشترین تعداد گره با ۷/۷ از تنش کمآبی ملایم و کمترین تعداد گره با ۶/۲ از تیمار تنش شدید کمآبی بهدست آمد. تفاوت بین ارقام یونجه از نظر تعداد گره نیز معنیدار بود، ارقام بمی، نیکشهری، بغدادی و یزدی با تولید ۷/۳ تا ۷/۴ گره تقریباً تعداد گره یکسانی داشته ولی نسبت به رقم رنجر برتری نشان دادند. کاهش تعداد گره در کل بوته یونجه با تأخیر در آبیاری توسط رستمی و یزدی صمدی (۲۵) نیز اعلام شده است .

با توجه به کاهش منابع آبی مخصوصاً در بهار و تابستان در استان خوزستان و ضرورت صرفهجویی در مصرف آب آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر کمآبیاری بر صفات مورفولوژی که اثرات مستقیمی بر تولید علوفه دارند بر ارقام مختلف یونجه طراحی و اجرا گردید.

مواد و روشها

در این تحقیق چهار رقم یونجهٔ دائمی (*Medicago sativa*) تحت تیمارهای مختلف آبیاری، بهصورت کرتهای یکبار خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۱ – ۹۰ در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اهواز از نظر صفات مورفولوژی و عملکرد علوفه بررسی شدند. تیمار آبیاری در چهار سطح بهعنوان فاکتور اصلی و بر اساس رطوبت قابل استفادهٔ خاک (آبیاری پس از تخلیهٔ ۵۰٪ ، ۶۵٪ و ۸۰ ٪ کل آب در دسترس گیاه در منطقه ریشه (AWC) و آبیاری سنتی بهعنوان شاهد) و ارقام یونجه بهعنوان فاکتور فرعی (بغدادی، مساسرسا، یزدی و همدانی) در نظر گرفته شدند.

هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت بهطول ۳/۵ متر و فاصله بین خطوط ۲۰ سانتیمتر (عرض کرت ۱/۲ متر)، فاصله بین کرتهای فرعی نیم متر و فاصله بین کرتهای اصلی ۲ متر برای جلوگیری از نشت آب و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیههای کودی بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات، بهمیزان ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره (بهعنوان استارتر پس از سبز شدن) و ۲۰۰ کیلوگرم فسفر بر حسب P_2O_5 از منبع سوپرفسفات تریپل و ۴۰ تن کود دامی (براساس نتایج آزمایشات قبلی) در هکتار مصرف شد. میزان بذر مصرفی نیز بر اساس نتایج تحقیقات ۱۵ کیلوگرم در هکتار (۱) و تاریخ کاشت اواسط مهرماه ۱۳۹۰ بود. تیمارهای آبیاری پس از استقرار کامل گیاهان در بهار ۱۳۹۱ و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک قطعه زمین مورد نظر جهت اجرای آزمایش قبل از کاشت

عمق (cm)	شوری (dS/m)	اسیدیته	مواد آلی (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	بافت خاک
۰ – ۳۰	۴/۶	۷/۲	۱/۱	۱۸/۸	۳۱۱	Silty clay
۳۰ – ۶۰	۳/۸	۷/۴	۱	۱۸/۶	۲۹۶	Silty clay

پس از یک چین‌برداری به‌منظور همسان‌سازی گیاهان اعمال شد. زمان آبیاری بر اساس کل آب قابل دسترس گیاه در عمق فعال ریشه (۶۰ cm) با نمونه‌برداری‌های مکرر خاک تعیین، مقدار آب آبیاری نیز با توجه به ابعاد کرت محاسبه و در هر آبیاری توسط کنتور اندازه‌گیری و وارد کرت‌ها شد. به‌منظور مقایسه تیمارهای مورد آزمایش با آبیاری مرسوم (عرف منطقه) یک تیمار شاهد در نظر گرفته شد که در آن، هر زمان در سطح خاک، خشکی مشاهده گردید تا حد اشباع شدن خاک، آبیاری صورت گرفت .

حجم آب برای تیمارهای کم‌آبیاری بر اساس فرمول زیر محاسبه شد :

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

که در این رابطه: A بیانگر تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک (تیمارها)، ۰/۶ عمق فعال ریشه و ۳/۵ × ۱/۲ ابعاد کرت‌های آزمایشی بود.

در مجموع پنج چین برداشت شد، برداشت علوفه در اوایل مرحلهٔ گل‌دهی (۱۰ تا۲۰٪ گل‌دهی) انجام و پس از اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند و در ابتدا تعداد کل ساقه‌ها شمارش و پس از آن بیست ساقه برای اندازه گیری‌های وزن تر و خشک تک ساقه، ارتفاع ساقه، تعداد برگ در ساقه، نسبت برگ به ساقه انتخاب شد، سپس به‌منظور تعیین عملکرد علوفهٔ خشک، کل نمونه برداشت شده به‌مدت ۴۸ ساعت در اتوکلاو در دمای ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد خشک و درصد ماده خشک نیز محاسبه گردید. شاخص سطح برگ نیز از طریق تعیین سطح، وزن مشخصی از برگ‌ها و سپس از روش نسبت وزنی برای هر نمونه تعیین شد. نتایج آماربرداری‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و از آزمون دانکن (۵٪) جهت مقایسات میانگین استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آبیاری، ارقام یونجه و نیز اثر متقابل آنها بر عملکرد علوفه خشک، نسبت برگ به ساقه، طول ساقه، تعداد برگ، وزن تک ساقه، تعداد ساقه در مترمربع، شاخص‌سطح برگ و نسبت سطح برگ به وزن برگ اثرات معنی‌داری داشتند (جدول ۲). همان‌گونه که در جدول مقایسات میانگین اثر متقابل تیمارها مشاهده می‌شود (جدول ۳) با تأخیر در آبیاری عملکرد علوفه خشک در ارقام مختلف در حد معنی‌داری کاهش یافت. درکلیه ارقام مورد بررسی بالاترین میزان عملکرد علوفه خشک در تیمار شاهد (آبیاری سنتی) تولید شد. این مقدار در رقم بغدادی ۱۷/۵۵ تن، در رقم مساسرسا ۱۶/۱۶ تن، در رقم یزدی ۱۴/۰۲ تن و در رقم همدانی ۱۲/۲۱ تن بر هکتار بود که با تأخیر در آبیاری عملکرد علوفه خشک روند کاهشی داشت، به‌طوری‌که در آبیاری پس از ۵۰٪ تخلیه رطوبتی خاک در رقم بغدادی به ۱۶/۰۲ تن، در رقم مساسرسا به ۱۳/۵۶ تن، در رقم یزدی به ۱۱/۶۵ تن و در رقم همدانی به ۱۰/۴۱ تن بر هکتار رسید و در آبیاری پس از ۸۰٪ تخلیه رطوبتی خاک در رقم بغدادی به ۱۱/۱۵ تن علوفه خشک، در رقم مساسرسا به ۹/۱۰ تن، در رقم یزدی به ۸/۰۲ تن و در رقم همدانی به ۶/۴۵ تن بر هکتار رسید که با نتایج به‌دست آمده توسط اسیلان و حاجیلویی (۵) در بررسی اثرات تنش کم‌آبی بر پنج رقم یونجه هم‌خوانی دارد، افشارمنش و همکاران (۲) نیز در بررسی اثر تنش کم‌آبی بر چهار رقم یونجه در منطقه جیرفت و سلاما و همکاران (۳۱) در تونس نیز نتایج

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]

جدول ۲. خلاصه تجزیه واریانس اثر کم‌آبیاری بر ارقام یونجه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد علوفه	نسبت برگ به ساقه	طول ساقه	تعداد برگ	نسبت سطح برگ به وزن برگ	شاخص سطح برگ	وزن تک ساقه	تعداد ساقه در مترمربع
تکرار	۲	۰/۳۵۸*	۰/۰۰۱$^{n.s}$	۳/۹۶۸$^{n.s}$	۰/۰۱۴ $^{n.s}$	۰/۰۰۰۱۶$^{n.s}$	۰/۰۰۸$^{n.s}$	۰/۰۰۲۳$^{n.s}$	۶۴۶/۳$^{n.s}$
آبیاری	۳	۸۶/۳۸۴**	۰/۱۸۱**	۱۱۵/۹۹۱**	۳/۴۱۹**	۰/۰۴۱۵۶**	۱۰/۴۸۸**	۰/۱۲۶۹**	۱۹۵۷۰/۹**
خطای الف	۶	۰/۰۶۳	۰/۰۰۶	۰/۸۲۴	۰/۲۵۲	۰/۰۰۰۴۰	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۴	۲۷۴/۸۸
رقم	۳	۶۰/۷۷۶**	۰/۱۱۵**	۶۱/۱۴۳**	۰/۲۸۰*	۰/۰۱۷۴۵**	۵/۹۳۶**	۰/۰۷۵۷**	۱۷۶۳۰/۵**
آبیاری × رقم	۹	۰/۳۸۸*	۰/۰۱۵*	۱/۷۳۶*	۰/۳۹۱**	۰/۰۰۶۹۲**	۰/۵۸۷**	۰/۰۰۵۷**	۵۳۹۳/۹**
خطای ب	۲۴	۰/۱۶۵	۰/۰۰۶	۰/۷۵۶	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰۴۴	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۳	۴۵۸/۳۲
ضریب تغییرات (٪)		۹/۴۱	۵/۷۶	۲/۶۸	۲/۸۵	۵/۱	۵/۸	۳/۲۶	۴/۱۱

** و* : دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح ۱ و ۵ درصد n.s : بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل کم آبیاری و ارقام یونجه بر صفات مورد بررسی

ترکیب تیماری		عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	نسبت برگ به ساقه	طول ساقه (سانتی‌متر)	تعداد برگ در ساقه	وزن تک ساقه (گرم)
رقم	آبیاری					
بغدادی	مرسوم	۱۷/۵۵ ^{a}	۱/۱۶^{gh}	۳۹/۳۶^{a}	۱۲/۴۰^{a}	۰/۸۴^{a}
	٪۵۰	۱۶/۰۲ ^{b}	۱/۳۶^{cd}	۳۶/۲۹^{b}	۱۱/۶۹^{b}	۰/۷۰^{b}
	٪۶۵	۱۳/۵۴ ^{c}	۱/۴۴^{bc}	۳۳/۳۷^{cd}	۱۰/۸۵^{c}	۰/۵۷^{d}
	٪۸۰	۱۱/۱۵ ^{ef}	۱/۲۶^{ef}	۳۲/۰۲ ^{cde}	۱۰/۶۵^{c}	۰/۴۹^{e}
مساسرسا	مرسوم	۱۶/۱۶ ^{b}	۱/۱۰^{h}	۳۵/۹۱^{b}	۱۲/۵۰^{a}	۰/۷۳^{b}
	٪۵۰	۱۳/۵۹ ^{c}	۱/۳۵^{cde}	۳۳/۵۹^{c}	۱۱/۷۹^{b}	۰/۵۵^{d}
	٪۶۵	۱۲/۰۵ ^{d}	۱/۳۱^{cdef}	۳۱/۷۰^{de}	۱۱/۴۵^{bc}	۰/۴۹^{e}
	٪۸۰	۹/۱۰ ^{g}	۱/۲۷^{def}	۳۰/۲۵^{ef}	۱۱/۲۷^{bc}	۰/۴۶^{ef}
یزدی	مرسوم	۱۴/۰۲ ^{c}	۱/۲۰^{fg}	۳۵/۳۱^{b}	۱۲/۱۴^{a}	۰/۶۲^{c}
	٪۵۰	۱۱/۶۵ ^{de}	۱/۴۹^{ab}	۳۲/۶۴^{cde}	۱۲/۰۳^{a}	۰/۵۸^{d}
	٪۶۵	۱۰/۵۰ ^{fg}	۱/۵۶^{a}	۳۱/۴۷^{e}	۱۱/۳۵ ^{bc}	۰/۴۹^{e}
	٪۸۰	۸/۰۲ ^{h}	۱/۵۸^{a}	۲۷/۳۴^{g}	۱۰/۹۰^{c}	۰/۴۴^{fg}
همدانی	مرسوم	۱۲/۲۱ ^{d}	۱/۰۸^{h}	۳۳/۵۱^{c}	۱۲/۲۱^{a}	۰/۵۶^{d}
	٪۵۰	۱۰/۴۱ ^{fg}	۱/۳۹^{bc}	۳۱/۷۵^{de}	۱۱/۳۹ ^{bc}	۰/۴۹^{e}
	٪۶۵	۸/۱۸ ^{h}	۱/۲۳^{efg}	۲۸/۸۶^{fg}	۱۱/۱۳^{bc}	۰/۴۱^{gh}
	٪۸۰	۶/۴۵ ^{i}	۱/۲۹^{def}	۲۵/۳۵^{h}	۱۱/۳۱ ^{bc}	۰/۳۷^{h}

اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ٪۵)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]

مشابهی به‌دست آورند. به‌طورکلی، کاهش رشد گیاهان زراعی در شرایط تنش خشکی به‌واسطه محدود شدن فتوسنتز صورت می‌گیرد (۱۳). بسته شدن روزنه‌ها در شرایط تنش، فراهمی دی‌اکسید کربن را برای سیستم فتوسنتزی مشکل می‌سازد (۹). فتوسنتز و رشد سلول همراه با هم، از جمله اولین پروسه‌هایی هستند که تحت تأثیر خشکی کاهش می‌یابند (۱۹). در شرایط تنش ملایم هدایت روزنه‌ای به مقدار اندک کاهش یافته و موجب کاهش غلظت CO_2 و در نتیجه محدودیت فتوسنتز می‌گردد اما با پیشرفت تنش خشکی، کاهش در فتوسنتز به‌دلیل عوامل غیر روزنه‌ای می‌باشد (۸).

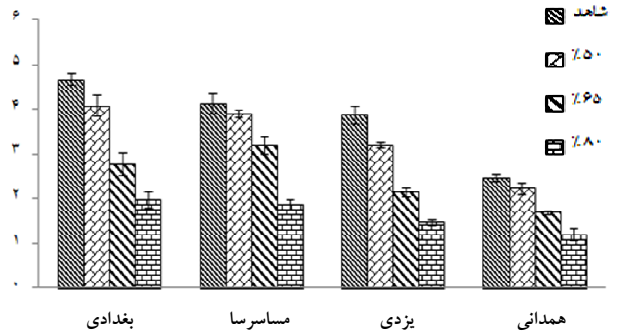
مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کمترین مقدار نسبت برگ به ساقه در کلیه ارقام مربوط به تیمار آبیاری سنتی بود. در رقم بغدادی با تأخیر در آبیاری تا تیمار ۶۵٪ تخلیه رطوبتی، به حداکثر مقدار خود (۱/۴۴) رسید و پس از آن رو به کاهش نهاد. بوکستون (۷) نیز گزارش نمود که در اثر اعمال تنش خشکی، نسبت برگ به ساقه در یونجه ۱۸ درصد افزایش پیدا کرد که علت عمده آن می‌تواند مربوط به کاهش رشد ساقه باشد. مارتینز (۱۸) نیز در بیان نتایج بررسی‌های خود اعلام کرد، نسبت برگ به ساقه در یونجه تحت تنش کم‌آبی تا ۲۰ درصد افزایش خواهد یافت که بخش زیادی از آن مربوط به عدم توسعه ساقه‌ها است که خود موجب افزایش کیفیت علوفه خواهد شد (۲۹). در ارقام مساسرسا، یزدی و همدانی نیز با اعمال اولین تیمار کم‌آبیاری این نسبت افزایش معنی‌داری داشت. رقم یزدی در سه تیمار کم‌آبیاری به‌ترتیب با میانگین ۱/۴۹، ۱/۵۶ و ۱/۵۸ دارای بالاترین مقادیر و ارقام همدانی و مساسرسا در آبیاری مرسوم به‌ترتیب با میانگین ۱/۰۸ و ۱/۱ دارای کمترین نسبت برگ به ساقه بودند (جدول ۳).

ارتفاع ساقه نیز تحت تأثیر کم‌آبیاری قرار گرفت، به‌نحوی‌که با تأخیر در آبیاری روند کاهشی داشت. ارتفاع ساقه در رقم بغدادی در آبیاری سنتی از ۳۹/۳۶ سانتی‌متر به ۳۲/۰۲ سانتی‌متر در آبیاری پس از ۸۰٪ تخلیه رطوبتی رسید. این مقدار در رقم مساسرسا از ۳۹/۹۱ به ۳۰/۲۵ سانتی‌متر و در رقم یزدی از ۳۵/۳۱ به ۲۷/۳۴ سانتی‌متر و در رقم همدانی از ۳۱/۵۱ به ۲۵/۳۵ سانتی‌متر کاهش یافت (جدول ۳). اسیلان و حاجیلویی (۵) نیز نتایج مشابهی در بررسی‌های خود به‌دست آوردند و اعلام نمودند که تنش کم‌آبی موجب کاهش ارتفاع ساقه در ارقام یونجه خواهد شد. روتیلی و همکاران (۲۶) و سنگل (۲۸) نیز کاهش طول میان‌گره‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع ساقه را در یونجه، با افزایش تنش رطوبتی گزارش کردند. با تأخیر در آبیاری تعداد برگ در ساقه نیز کاهش معنی‌داری از خود نشان داد. به‌طوری‌که در رقم بغدادی از ۱۲/۴ در آبیاری مرسوم به ۱۰/۶۵ در تیمار آبیاری پس از ۸۰٪ تخلیه رسید و به همین ترتیب در رقم مساسرسا از ۱۲/۵ به ۱۱/۲۷ و در رقم یزدی از ۱۲/۱۴ به ۱۰/۹ و در رقم همدانی از ۱۲/۲۱ به ۱۱/۳۱ رسید که در این میان بیشترین عکس‌العمل به کم‌آبی مربوط به رقم بغدادی بود (جدول ۳). نتایج به‌دست آمده توسط زمانیان و همکاران (۳۵) نیز حاکی از کاهش تعداد برگ در ساقه در اثر تنش آبی می‌باشد.

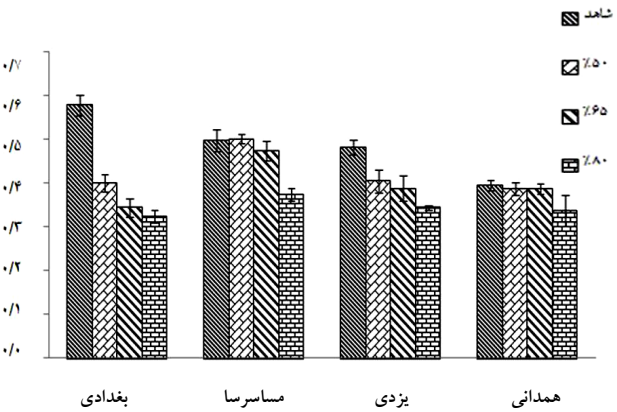
شاخص سطح برگ نیز با تأخیر در آبیاری در کلیه ارقام روند نزولی داشت. در رقم بغدادی از ۴/۶۷ در آبیاری مرسوم به ۱/۹۸ در آبیاری پس از ۸۰٪ تخلیه رطوبتی رسید و به همین ترتیب در رقم مساسرسا از ۴/۱۴ به ۱/۸۸، در رقم یزدی از ۳/۸۷ به ۱/۴۸ و در رقم همدانی از ۲/۴۷ به ۱/۲۰ رسید (شکل ۱). کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی در یونجه توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (۵ و ۲۷). یکی از اولین واکنش‌های گیاه به تنش آب کاهش توسعه برگ می‌باشد. اگرچه سطح برگ در رابطه با فتوسنتز حائز اهمیت است ولی سرعت بالای توسعه برگ می‌تواند اثرات نامطلوبی بر آب قابل استفاده گیاه داشته باشد. در شروع تنش آب، ممانعت از رشد سلولی منجر به کاهش توسعه برگ‌ها می‌شود. سطح برگ کمتر، موجب جذب آب کمتر از خاک و کاهش تعرق می‌شود. لذا گیاه با کاهش سطح برگ اولین خط دفاعی را برای مقابله با خشکی تشکیل می‌دهد (۳۳).

نسبت سطح برگ به وزن برگ (SLA) نیز با تأخیر در

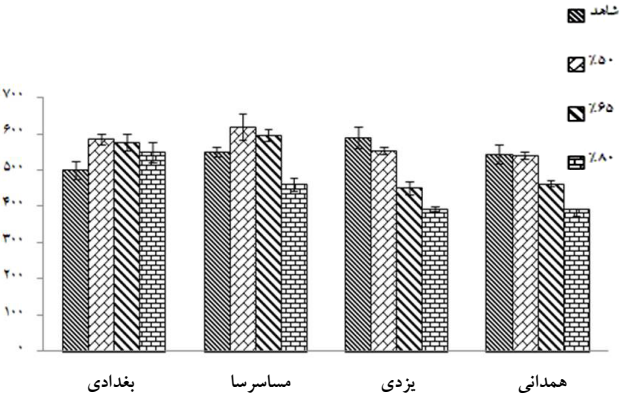
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]



شکل ۱. شاخص سطح برگ (LAI) ارقام یونجه در سطوح مختلف کم آبیاری



شکل ۲. نسبت سطح برگ به وزن برگ (SAL) ارقام یونجه در سطوح مختلف کم‌آبیاری



شکل ۳. تعداد ساقه در ارقام یونجه در سطوح مختلف کم‌آبیاری در مترمربع

آبیاری به‌طورکلی کاهش یافت اما شدت این کاهش در رقم بغدادی بیشتر از سایر ارقام بود، به‌نحوی که با اعمال اولین تیمار کم‌آبیاری در حدود ۳۱٪ و در تیمار بعدی در حدود ۳۵٪ بود که بیانگر قابلیت بالای این رقم در سازگاری با شرایط کم‌آبیاری برای کاهش اتلاف آب می‌باشد (۴)، درحالی‌که در ارقام مساسرسا و همدانی این مقدار تنها در تیمار آبیاری پس از ۸۰٪ تخلیه کاهش یافت (شکل ۲). اریک و همکاران (۱۰) نیز در بررسی اثر تنش کم‌آبی بر چهار کولتیوار یونجه به نتایج مشابهی دست یافتند. هم‌چنین آنیا وهرزوگ (۳) SAL کمتر را در برخی از ارقام یونجه تحت شرایط تنش خشکی گزارش کرده و بیان نمودند که این موضوع یک ویژگی ژنتیکی در ارقام می‌باشد.

بررسی اثر متقابل تیمارها نشان داد که با تأخیر در آبیاری، به‌طور معنی‌داری از وزن تک ساقه‌ها کاسته شد. وزن تک ساقه در رقم بغدادی از ۰/۸۴ گرم در تیمار آبیاری سنتی به ۰/۷۰ گرم درتیمار آبیاری پس از ۵۰٪ تخلیه رسید. به‌عبارت دیگر در حدود ۱۸٪ کاهش یافت. در رقم مساسرسا از ۰/۷۳ گرم به ۰/۵۵ گرم (در حدود ۲۵٪ کاهش)، در رقم یزدی از ۰/۶۲ گرم به ۰/۵۸ گرم (در حدود ۶/۵٪ کاهش) و در رقم همدانی از ۰/۵۶ گرم به ۰/۴۹ گرم رسید (در حدود ۱۲/۶٪ کاهش) و البته این روند کاهشی ادامه یافت (جدول ۳). ری و همکاران (۲۳) و اریک و همکاران (۱۰) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

کم‌آبیاری اثرات متفاوتی بر تعداد ساقه در ارقام مختلف داشت. به‌طوری‌که در رقم بغدادی با اعمال تیمارهای کم‌آبیاری تعداد ساقه در واحد سطح نسبت به آبیاری مرسوم افزایش یافت، در رقم مساسرسا نیز این وضعیت تا تیمار آبیاری پس از ۶۵٪ تخلیه مشاهده شد اما پس از آن مجدداً کاهش یافت درحالی‌که در دو رقم یزدی و همدانی با تأخیر در آبیاری تعداد ساقه در واحد سطح روند کاهشی داشت (شکل ۳) اسیلان و حاجیلویی(۵)، مارتینز (۱۸) و سعید و نادی (۲۷) کاهش تعداد ساقه در یونجه را تحت شرایط کم‌آبی گزارش نمودند و آن را یک استراتژی برای کاهش سطح تعرق در گیاه بیان نمودند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی کم‌آبیاری بر صفات مورفولوژیک یونجه (ارتفاع ساقه، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن تک ساقه، تعداد ساقه در مترمربع، نسبت برگ به ساقه و نسبت سطح برگ به وزن برگ) اثرات معنی‌داری داشت و سبب ایجاد تغییراتی برای تحمل شرایط تنش‌زای کم‌آبی شد تا گیاه را قادر سازد از اتلاف آب جلوگیری نماید که البته این تغییرات، کاهش عملکرد را نیز به‌دنبال داشت. در بین ارقام مورد بررسی ارقام بغدادی و مساسرسا کمترین تغییرات را در صفات مورفولوژی خود نشان دادند، هم‌چنین در هر سطح کم‌آبیاری بالاترین عملکرد علوفه را تولید نمودند که می‌تواند بیانگر تحمل‌پذیری بیشتر این ارقام به شرایط کم‌آبیاری در منطقه خوزستان باشد.

منابع مورد استفاده

1. Abadouz, GH. R., A. A. Rahnama and G. Fathi. 2009. Effect of row spacing and seeding rate on yield components and seed yield of alfalfa (*Medicago sativa* L. cv. Mesasirsa) *Journal of Plant Production* 16(3):67-84. (In Farsi).
2. Afsharmanesh, GH., H. Heidari-Sharifabad, D. Mazaheri, GH. Noormohammadi and H. Madani. 2008. The effects of water deficit stress on hay alfalfa (*Medicago sativa*) yield and water use efficiency cultivars. *Pajouhesh & Sazandegi* 78: 132-140. (In Farsi).
3. Anyia, A. O. and H. Herzog. 2004. Water use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. *Europian Journal of Agronomy* 20:327-39.
4. Aranda, I., L. Castro, M. Pardos, L. Gil, J. A. Pardos. 2005. Effects of the interaction between drought and shade on water relations, gas exchange and morphological traits in cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings. *Plant Ecology Manage* 210:117-129.
5. Asilan, K. S. and S. Hajiloee. 2010. Effect of water dificit stress on morphological of alfalfa (*Medicago sativa*) cultivars. *Crop Ecophysiology Journal* 2(1): 41-51. (In Farsi).
6. Bonner, D. M. 1997. Coparative water relation and drought tolerance among alfalfa cultivars, MSc. Thesis, Department of Plant Science University of Manitoba, Winnipep, Manitoba.
7. Buxton, D. R. 2004. Growing Quality Forages under Variable Environmental Conditions, USDA, Iowa State University, USA.
8. Chaves, M. M., J. Flexas and C. pinheiro. 2009. Photosynthesis unde drought and salt stress regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annuals of Botany* 103: 551-560.
9. Chaves, M. M., J. S. Pereira, J. P. Maroco, M. L. Rodrigues, C. P. P. Riccardo, M. L. Osorio, T. Carvalho, T. Faria and C. pincheiro. 2002. How plant cope with water steress in the field. Photosynthesis and growth. *Annuals of Botany* 89: 907-916.
10. Erice, G., S. Louahlia, J. J. Irigoyen, M. Sanchez-Diaz and J. C. Avice. 2010. Biomass partitioning, morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. *Journal of Plant Physiology* 167: 114-120.
11. Hart, R. H., R. B. Pearce, N. J. Chatterton, G. E. Carlson, D. K. Branes and C. H. Hanson. 1988. Alfalfa yield, specific leaf weight, CO_2 exchange rate and morphology. *Crop Science* 18: 649 – 653.
12. Irigoyen, J. J., D. W. Emerich and M. Sanchez Diaz. 1992. Alfalfa leaf senscense induced by drought stress: photosnthesis, hydrogen peroxide metabolism, lipid peroxidation and ethylene evoluation. *Physiologia Plantarum* 84: 67-72.
13. Kafi, M., A. Borzoee, M. Salehi, A. Kamandi, A. Masoumi, and J. Nabati. 2007. Physiology of Envirnmental Stresses in Plants . Mashad Jahad-e Daneshghahi. Mashhad. (In Farsi).
14. Liu, F. and H. Stutzel. 2002a. Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus spp*.) in response to soil drying. *Europian Journal of Agronomy* 16:137-50.
15. Liu, F. and H. Stutzel. 2002b. Leaf expansion, stomatal conductance, and transpiration of vegetable amaranth (*Amaranthus spp*.) in response to soil drying. *Journal of American Society of Horticulture Science* 127:878-83.
16. Liu, F. and H. Stutzel. 2004. Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus spp*.) in response to water stress. *Scientia Horticulturae* 102:15-27.
17. Marcelis, L. F. M, E. Heuvelink and J. Goudriaan. 1998. Modelling biomass production and yield of horticultural crops, a review. *Scientia Horticulturae* 74:83-111.
18. Martens, D. 2007. Management of drought stressed alfalfa, Available online at: http:/www. Co. Stearns. Mn. Usldocum – ents/ E × T 07 242007 WC. Pdf. Accessed 12 June 2013.
19. Munns, R., R. A. James and A. Lauchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]

cereals. *Journal of Experimental Botany* 57: 1025-1043.
20. Pataki, I., S. Katic, V. Mihailovic, D. Milic and D. Karagic. 2003. Yield, morphology and chemical composition of five lucerne genotypes as affected by growth stage and the environment. *In:* Proceeding of the 12th Symposium of the European Grassland Federation, Pleven, Bulgaria. pp. 376-379.
21. Peter, J., V. Cerny and L. Hruska. 1988. Yield Formation in the Main Field Crop. Publishing House Checoslavaki, Checoslavaki.
22. Petil, H. V., A. R. Pesat, G. M. Barnett, W. N. Mason and J. L. Dionne. 1992. Quality and morphological characteristics of alfalfa as affected by soil moisture, pH and phosphorous fertilization. *Journal of Plant Science* 72: 147 – 162.
23. Ray, I. M., M. S. Townsend, C. M. Muncy and J. A. Henning. 1999. Heritabilities of water use efficiency traits and correlations with agronomic traits in water – stressed alfalfa. *Crop Science* 39: 494 – 498.
24. Reynolds, W. D., C. F. Drury, C. S. Tan, C. A. Fox and X. M. Yang. 2009. Use of indicators and pore volume function characteristics to quantify physical quality. *Geoderma* 152: 252-263.
25. Rostami, M. A. and B. Yazdi Samadi. 1989. Drought resistance evaluation and the responses of alfalfa cultivars under normal and soil moisture stressconditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 22(2 and 3): 9-23. (In Farsi).
26. Rotili, P., G. Gnocchi, C. Scotti and Kertikova. 2001. Animal Production and Health, Divison (AGA) of the Food and Agricultur Organization of the United Nations, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.
27. Saeed, I. A. M. and A. H. EL. Nadi. 1997. Irrigation effects on the growth, yield and water use efficiency of alfalfa. *Irrigation Science* 17 (2): 63–68.
28. Sengul, S. 2002. Yield components, morphology and forage quality of native alfalfa ecotypes, *Online Journal of Biological Science* 2 (7): 494–498.
29. Sheaffer, C. C., N. P. Martin, J. F. S. Lamb, G. R. Cuomo, J. G. Jewett and S. R. Quering. 2000. Leaf and stem properties of alfalfa entries. *Agronomy Journal* 92(4): 733-739.
30. Singh, J. and A. Patal. 1996. Water statues, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in response to water stress. *Annual of Biology Ludhiana* 12: 77-81.
31. Slama, I., S. Tayachi, A. Jdey, A. Rouached and C. Abdelly. 2011.Differential response to water deficit stress in alfalfa (*Medicago sativa*) cultivars: Growth, water relations, osmolyte accumulation and lipid peroxidation. *African Journal of Biotechnology* 10 (72): 16250-16259.
32. Smith, D. L. and C. Hamel. 2005. Crops Yield, Physiology and Processes. (Translate); Imam, Y. and M. G. Seghatoleslami. Shiraz University Press. Shiraz.
33. Taiz, L. and E. Zeiger. 2005. Plant Physiology. Vol. 2. (Translate); Kafi, M., A. Zand, B. Kamkar, H. R. Sharifi and M. Goldani. Mashad Jahad-e Daneshghahi. Mashhad.
34. Volence, J. J. and J. H. Cherney. 1990. Yield components morphology and forage quality of multifoliate alfalfa phenotypes. *Crop Science* 30: 1224 – 1238.
35. Zamaniyan, M. S., A. Hashemie Dezfuli and A. Mazidie Heravan. 2000. Study of morphological and agricultural traits effective on the yield of seven Iranian and Foreign alfalfa cultivars. *Seed and Plant Production Journal* 16(1): 1-18.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-04-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.29.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.171]