



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۴
صفحه‌های ۷۱۱-۷۰۱

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر برخی صفات کمی و کیفی خلر (*Lathyrus sativus* L.)

الهام رستگاری^۱، شهاب مداح حسینی*^۲ و آرمان آذری^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، رفسنجان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۱۹

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۵/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت گیاه علوفه‌ای خلر، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر رفسنجان در بهار سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. سطوح آبیاری شامل آبیاری پس از ۴۰ (شاهد)، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A از زمان استقرار گیاهچه تا پایان دوره رشد بودند. سطوح آبیاری بر درصد صفات کیفی شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، لیگنین (ADL)، نشاسته، پروتئین خام اندام هوایی و وزن هزاردانه اثر معناداری نداشتند، اما محتوای صفات کیفی و همچنین تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در واحد سطح و زیست‌توده را به طور معناداری تحت تأثیر قرار دادند. براساس نتایج مقایسه میانگین محتوای صفات کیفی از تیمار ۴۰ تا ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تغییر معناداری نداشت، اما در تیمار ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به شاهد به طور معناداری کمتر بود. همچنین عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته و وزن زیست‌توده در تیمار ۴۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین (به ترتیب ۱۶۵/۵ گرم در متر مربع، ۳۶/۱۷ در بوته و ۲/۴ گرم در بوته) و در تیمار ۱۰۰ میلی‌متر، کمترین مقدار (۶۳/۱ گرم در متر مربع، ۲۴/۵ در بوته و ۱/۰۷ گرم در بوته) را داشتند. براساس نتایج، عملکرد کیفی علوفه خلر تا سطح ۸۰ میلی‌متر تبخیر به کمبود آب تا حدودی متحمل است.

کلیدواژه‌ها: پروتئین، خشکی، خلر، عملکرد، نشاسته.

۱. مقدمه

گیاهان علوفه‌ای از مهم‌ترین گیاهان زراعی هستند که تولیدشان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم تأثیر انکارناپذیری بر تغذیهٔ روزمرهٔ انسان دارد [۹]. خلر^۱ گیاهی یکساله از خانوادهٔ بقولات^۲ است که سازگاری زیادی به عوامل نامساعد محیطی از جمله خشکی و سرما دارد. این گیاه مستعد تولید عملکرد خوب حتی در شرایط اقلیمی بسیار نامناسب است [۱۵].

ترویج کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژنی در چند دههٔ اخیر موجب شده است بقولات علوفه‌ای نظیر خلر که از دیرباز مورد توجه کشاورزان بودند و با تثبیت بیولوژیک نیتروژن به حاصلخیزی خاک کمک می‌کردند، تا حد زیادی به فراموشی سپرده شوند. این در حالی است که پتانسیل زیاد تولید علوفه و توان رشد این گیاه در خاک‌های فرسایش‌یافته و کم‌بارور و همچنین دارا بودن فصل رشد کوتاه، شرایط مناسبی برای تولید علوفه ایجاد می‌کند [۱۰].

خلر در مقایسه با دیگر لگوم‌ها، بعضی صفات مورفولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی نظیر عرض کم‌برگ و ریشهٔ توسعه‌یافته و گسترده را نیز دارد [۱۵]. با این حال، پژوهش‌های بسیار اندکی در مورد سازوکار و میزان مقاومت خلر به خشکی وجود دارد. محتوای پروتئین خام (CU^۳)، محتوای نشاسته، الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF^۴) و الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی (ADF) همگی جزء ویژگی‌های مهم کیفی علوفه هستند و تعیین مقدار آنها اهمیت ویژه‌ای دارد. مقدار NDF برای حیوانات تک‌معدة و نشخوارکننده باید به‌نسبت کم باشد. مقادیر زیاد آن ممکن است مقدار جذب را در نشخوارکنندگان کاهش دهد [۲۵]. از دیگر ویژگی‌های کیفی علوفه، مقدار لیگنین

نامحلول در شویندهٔ اسیدی یا همان لیگنین (ADL^۵) است. لیگنین یکی از ترکیبات مهم ساختاری و فیبری گیاه است که با افزایش سن گیاه، مقدار آن افزایش می‌یابد و یکی از عوامل چوبی شدن بافت‌هاست [۵]. اثر تنش خشکی بر صفات کیفی یادشده در برخی پژوهش‌ها بررسی شده است. برای نمونه در یک پژوهش، خلر در منطقه‌ای پرباران‌تر، پروتئین کمتر و ADF و NDF بیشتری از شرایط دیم داشت [۱۸].

در پژوهشی با عنوان تغییر قندهای محلول، نشاسته و پروتئین‌ها در اثر تنش خشکی در دو رقم نخود ایرانی، تنش خشکی سبب افزایش مقدار پروتئین و کاهش نشاستهٔ دانه شد و کاهش پروتئین‌ها در شرایط خشکی به کاهش سنتز پروتئین‌ها یا تجزیهٔ پروتئین‌ها در اثر افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئاز نسبت داده شده است [۴]. از سوی دیگر، تنش خشکی با کاهش مقدار ADF و ADL و افزایش پروتئین، سبب افزایش کیفیت یونجه شد [۲۴]. کمبود آب می‌تواند بر پر شدن دانه و دیگر اجزای عملکرد و همچنین زیست‌توده اثر بگذارد. در پژوهشی به‌منظور مطالعهٔ تأثیرات فیزیولوژیک تنش خشکی بر رشد رویشی شش گونه اسپرس، مشاهده شد که گونه‌های اسپرس مورد مطالعه در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی، بیشترین وزن خشک اندام هوایی و ریشه را داشتند و پس از آن، به‌ترتیب تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی قرار داشتند [۹]. با توجه به نیاز جدی به گیاهان علوفه‌ای و کمبود شدید آبیاری، تعیین سطح آبیاری مناسب که بتوان با کاربرد آن ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، عملکردی پذیرفتنی نیز به‌دست آورد، ضروری است.

هدف پژوهش حاضر، بررسی روند رشد و عملکرد کمی و کیفی خلر در رژیم‌های آبیاری مختلف و چگونگی تغییر ویژگی‌های کیفی علوفه‌ای خلر در شرایط کمبود آب بود.

1. *Lathyrus sativus* L.
2. Leguminous
3. Crude protein
4. Neutral detergent fiber

5. Acid detergent lignin

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و چهار سطح آبیاری (شامل آبیاری پس از ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A)، در مزرعه پژوهشی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان در بهار سال زراعی ۱۳۹۲ انجام گرفت. تجربیات کارهای پیشین در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان و نیاز تبخیر و تعرقی اقلیم این منطقه نشان داده بود که آبیاری براساس ۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تقریباً معادل ۷۰ درصد ظرفیت زراعی بود که در این سطح نیاز آبی گیاه به‌خوبی برآورده می‌شود. پس از خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین، در هر تکرار شامل سه

ردیف کاشت به‌صورت جوی و پشته، با فاصله ردیف ۰/۵ و طول ۴ متر ایجاد شد. دو ردیف کناری به‌عنوان حاشیه و ردیف وسط برای نمونه‌برداری در نظر گرفته شدند. کاشت به‌صورت کپه‌ای (سه بذر در هر کپه) و با فاصله ۱۰ سانتی‌متر بین هر دو کپه انجام گرفت. در یک ماه اول پس از کاشت، آبیاری با دور پنج روز انجام گرفت. پس از استقرار گیاهچه‌ها تا پایان آزمایش، سطوح آبیاری براساس تیمار مورد نظر صورت گرفت. سایر عملیات داشت نظیر وجین و تنک کردن بسته به نیاز انجام گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک

اسیدیته	هدایت الکتریکی	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	شن	رس	سیلت	ماده آلی
(dm/m)	(mg/Kg)	(%)	(%)				
۷/۸	۶/۵	۳۸۱	۱۲	۵۵	۲۵/۴	۱۹/۶	۰/۹۳

به‌منظور ثبت داده‌های صفات مربوط به عملکرد کمی و کیفی، دو بار نمونه‌برداری به‌ترتیب در زمان‌های گلدهی و رسیدگی گیاه انجام گرفت. نمونه‌برداری در زمان گلدهی برای اندازه‌گیری محتوای پروتئین خام، نشاسته، لیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، و لیگنین (ADL)؛ و نمونه‌برداری در زمان رسیدگی برای اندازه‌گیری برخی اجزای عملکرد و عملکرد دانه انجام گرفت. درصد پروتئین با تعیین نیتروژن به‌روش کج‌لدال و ضرب عدد حاصل در ضریب ۶/۲۵ محاسبه شد [۱۱]. مقادیر ADF و NDF به‌روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱)، ADL به‌روش چاوز و همکاران

(۲۰۰۲) و درصد نشاسته به‌روش یوشیدا و همکاران (۱۹۷۱) اندازه‌گیری شدند [۲۹، ۲۷، ۱۴]. برای صفات کیفی یادشده، افزون بر درصد، صفت محتوا^۱ هم با ضرب عدد درصد در وزن خشک بافت مورد نظر محاسبه شد. درصد نشان‌دهنده غلظت^۲ ماده در واحد وزن خشک، و محتوا نشان‌دهنده مقدار کل ماده مورد نظر در بافت است. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین تیمارها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

1. Content
2. Concentration

۳. نتایج و بحث

۱.۳. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر درصد و

محتوای NDF، ADF و ADL

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری بر درصد NDF، ADF و ADL در ماده خشک اندام هوایی معنادار نبود؛ اما محتوای هر سه صفت یادشده به طور معنادار تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش سطح آبیاری از ۴۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک به ۱۰۰ میلی متر محتوای ADF، NDF و ADL کاهش یافت، اما تنها در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر به طور معناداری کمتر از شاهد و دیگر سطوح آبیاری بود (شکل ۱). از آنجا که درصد (غلظت) صفات یادشده تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار نگرفت (جدول ۲) و با توجه به روش محاسبه صفتی به نام محتوا که حاصل ضرب غلظت در زیست توده بافت است، می توان نتیجه گرفت کرد که احتمالاً دلیل معنادار نشدن محتوای صفات یادشده با افزایش سطوح آبیاری از ۴۰ به ۸۰ میلی متر تبخیر با وجود کاهش چشمگیر در مقدار آب در دسترس، عدم کاهش معنادار در زیست توده اندام هوایی بوده است. کاهش زیست توده اندام هوایی، حاکی از مقاومت این گیاه به

کاهش دسترسی آب تا سطح ۸۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک است. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی دو ویژگی مهم کیفی علوفه اند که افزون بر ویژگی های ژنتیکی گیاه، تحت تأثیر مدیریت زراعی و عامل های اقلیمی نظیر تاریخ برداشت و دمای هوا قرار می گیرند، مقادیر زیاد ADF و NDF در علوفه سبب کاهش قابلیت هضم و خوش خوراکی آن می شود [۵].

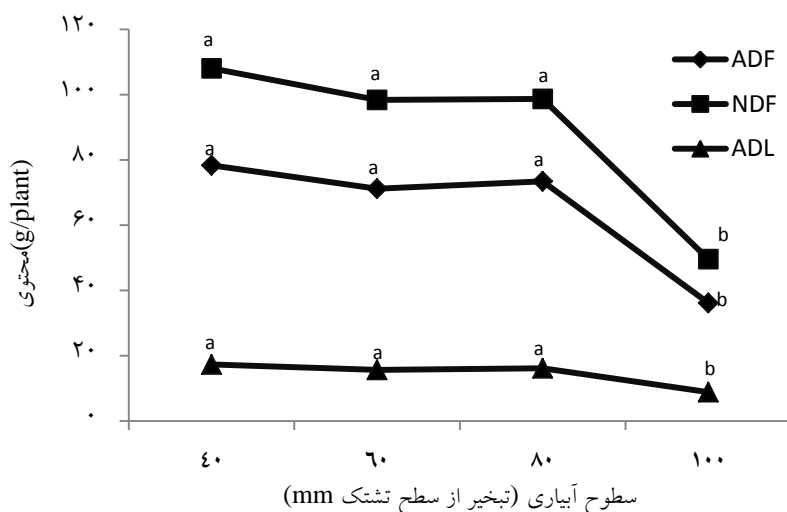
مقدار بارندگی در طی دو سال بر ADF و NDF علف های چمنی علوفه ای تأثیر معناداری داشته و با افزایش بارندگی از کم به متوسط و زیاد، NDF و ADF کاهش پیدا کرده است [۲۰]. تنش خشکی سبب افزایش این فاکتورها در گیاه خلر شد که علت آن دمای زیاد هوا گزارش شد [۲۵]. از سوی دیگر، لیگنین یکی از ترکیبات مهم ساختمانی گیاه است که همگام با افزایش سن گیاه بر روی دیواره سلولی انباشته می شود. در نتیجه مقدار آن در گیاه با افزایش سن زیاد می شود و یکی از عوامل خشکی شدن بافت ها و کاهش کیفیت علوفه است. به نظر می رسد هر چه وضعیت آبی گیاه بهتر باشد، مقدار لیگنین افزایش و قابلیت هضم کاهش می یابد [۵].

جدول ۲. خلاصه نتایج تجزیه واریانس درصد و محتوای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده

خنثی (NDF) و لیگنین (ADL) اندام هوایی

منبع تغییرات	درجه آزادی	ADF		NDF		لیگنین	
		محتوا	%	محتوا	%	محتوا	%
بلوک	۳	۲۵/۴۸ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۴۱/۸۲ ^{ns}	۱/۷۳ ^{ns}	۲/۳۸ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}
آبیاری	۳	۱۱۰۶/۱۳ ^{**}	۰/۲۶ ^{ns}	۲۰۷۵/۹۰ ^{**}	۷/۰۴ ^{ns}	۴۱/۱۰ ^{**}	۱/۳۵ ^{ns}
خطا	۸	۴۹/۰۹	۴/۴۴	۹۳/۸۰	۰/۷۹	۴/۶۰	۰/۴۹
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۵۰	۶/۴۳	۱۰/۶۰	۵/۳۶	۱۴/۴۳	۹/۵۷

ns و **: به ترتیب معنادار در سطح ۱ و ۵ درصد، و غیر معنادار



شکل ۱. تغییرات الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، لیگنین نامحلول در شوینده اسیدی یا همان لیگنین (ADL) نسبت به رژیم‌های متفاوت آبیاری. در هر صفت، میانگین‌های دارای یک حرف مشابه تفاوت معناداری با هم ندارند.

سه سطح دیگر آبیاری (۲/۸۳، ۲/۷۵ و ۲/۶۸ گرم بر بوته به ترتیب برای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر) بود (شکل ۲). درصد پروتئین در اثر افزایش سطوح آبیاری تغییر معناداری نیافت، اما محتوای پروتئین در سطح ۱۰۰ میلی‌متر کاهش یافت، سنتز پروتئین‌های محلول در اثر کاهش آب در دسترس کاهش چندانی نیافت و به نظر می‌رسد کاهش زیست‌توده اندام هوایی، دلیل اصلی کاهش محتوای پروتئین خام در سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر بوده باشد. در تحقیقات بر روی دو توده بومی گیاه شورزیست کوشیا^۱ مشاهده شد که تیمارهای آبیاری تأثیر معناداری بر درصد و عملکرد پروتئین اندام هوایی داشتند؛ به گونه‌ای که در آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت زراعی، درصد پروتئین نسبت به تیمار شاهد (آبیاری کامل) ۳۷ درصد افزایش داشت، اما درصد پروتئین در آبیاری شاهد با ۸۰ درصد آبیاری و ۶۰ با ۴۰ درصد آبیاری تفاوت معناداری نداشت. از لحاظ محتوای پروتئین تیمار آبیاری شاهد و ۴۰ درصد آبیاری به ترتیب بیشترین و کمترین پروتئین را داشتند [۳].

افزایش تنش آب سبب کاهش محتوای لیگنین در یونجه شد [۲۴]. با توجه به نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد افزایش سطوح آبیاری از ۴۰ به ۸۰ میلی‌متر اثری بر کیفیت علوفه خلر از دیدگاه ADF، NDF و ADL ندارد و تنها در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر محتوای این سه شاخص کاهش می‌یابد که احتمال می‌رود، به دلیل کاهش معنادار زیست‌توده اندام هوایی باشد و کاهش در ساخته شدن صفات مذکور نمی‌تواند دلیلی بر کاهش آنها باشد.

۲.۳. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر غلظت و محتوای پروتئین خام اندام هوایی

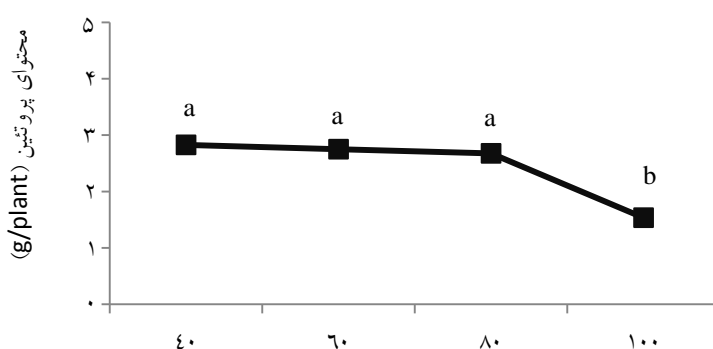
با توجه به نتایج تجزیه واریانس درصد پروتئین اندام هوایی برخلاف محتوای آن تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار نگرفت، اما با افزایش سطوح آبیاری، محتوای پروتئین خام کاهش یافت؛ اما این کاهش تا سطح آبیاری ۸۰ میلی‌متر تبخیر معنادار نبود (جدول ۳). محتوای پروتئین در سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر (۱/۵۳ گرم بر بوته) به‌طور معناداری کمتر از

1. *Kochia scoparia*

جدول ۳. خلاصه نتایج تجزیه واریانس درصد و محتوای پروتئین خام و نشاسته اندام هوایی

منبع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین خام		نشاسته	
		محتوا	%	محتوا	%
بلوک	۲	۰/۳۶ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۳۴/۰۲ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}
آبیاری	۳	۱/۱۷ ^{**}	۰/۰۳ ^{ns}	۱۵۰/۴۵ [*]	۱۳/۸۸ ^{ns}
خطا	۸	۰/۰۵	۰/۰۱	۳۳/۱۶	۳/۵۷
ضریب تغییرات (%)		۹/۵۸	۱۱/۳۳	۱۹/۷۶	۱۲/۹۶

***، * و ns: به ترتیب معنادار در سطح ۱ و ۵ درصد، و غیر معنادار



سطوح آبیاری (mm تبخیر از سطح تشتک)

شکل ۲. تغییرات پروتئین خام اندام هوایی خلر نسبت به سطوح آبیاری

در هر صفت، میانگین‌های دارای یک حرف مشابه، تفاوت معناداری ندارند.

شرایط دیم، سبب کاهش مقدار پروتئین علوفه نسبت به شرایط فاریاب شد که علت آن تولید برگ بیشتر در بوته در شرایط آبیاری ذکر شد [۱].

۳.۳. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر غلظت و

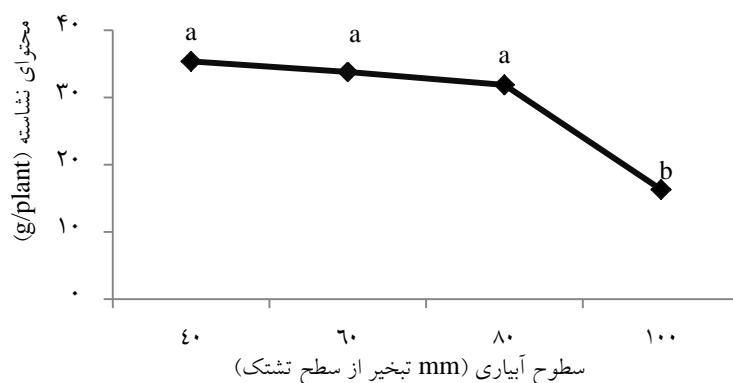
محتوای نشاسته اندام هوایی

همانند پروتئین خام، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در زمان گلدهی محتوای نشاسته اندام هوایی برخلاف درصد آن تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین محتوای نشاسته مربوط به تیمار شاهد (آبیاری پس از ۴۰ میلی متر تبخیر) و کمترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی متر تبخیر بود، ولی بین سطوح ۴۰، ۶۰ و ۸۰ تفاوت معناداری وجود نداشت (شکل ۳).

دلیل افزایش درصد پروتئین در شرایط کم آبیاری افزایش ظاهری پروتئین به دلیل کاهش تجمع کربوهیدرات‌ها عنوان شد [۲۳]. درصد پروتئین دانه گندم در شرایط بهینه و تنش گرمایی تفاوت معناداری نداشت، ولی عملکرد پروتئین دانه تابع عملکرد دانه و تغییرات آن در تیمارهای مختلف بود، بدین صورت که کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش همراه با کاهش عملکرد پروتئین دانه بود [۸]. در گیاهان علوفه‌ای ممکن است بروز تنش خشکی سبب افزایش درصد (غلظت) پروتئین نسبت به شرایط آبیاری بهینه شود. به عنوان نمونه، مقدار پروتئین بوته‌های خلر کاشته شده در شرایط دیم، بیشتر از آنهایی بود که در شرایط کشت فاریاب قرار داشتند [۲۶]؛ اما کاشت ماشک^۱ در

1. *Vicia sativa* L.

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر برخی صفات کمی و کیفی خلر (*Lathyrus sativus* L.)



شکل ۳. تغییرات نشاسته اندام هوایی خلر نسبت به سطوح آبیاری

ممکن است واکنش تغییر در نسبت منبع به مخزن باشد مثلاً در وضعیت مناسب آبیاری با کاهش تقاضای مخزن غلظت نشاسته افزایش می‌یابد، درحالی که با کاهش نسبت منبع به مخزن غلظت نشاسته در برگ کاهش می‌یابد [۱۲].

۴.۳. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر زیست توده اندام هوایی

زیست توده اندام هوایی به طور معناداری تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت (جدول ۴). سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر سبب کاهش معنادار زیست توده اندام هوایی نسبت به سایر تیمارها شد. بین تیمار شاهد (۴۰ میلی‌متر) و سطوح ۶۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر، تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۵).

تولید و مصرف نشاسته تا سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر همانند پروتئین خام، تحت تأثیر کمبود آب قرار نگرفت و تنها کاهش شدید زیست توده سبب کاهش معنادار محتوای نشاسته در این سطح آبیاری شد. با افزایش تنش خشکی، مقدار نشاسته گیاه نخود کاهش پیدا کرد [۵]. در شرایط تنش خشکی، افزون‌بر کاهش سنتز نشاسته، افزایش هیدرولیز آنزیمی آن (توسط آنزیم آلفا‌آمیلاز) نیز سبب کاهش محتوای نشاسته می‌شود [۱۹]. کمبود آب همچنین موجب کاهش مقدار نشاسته در کلزا می‌شود [۲]. این پدیده ممکن است نوعی سازوکار تحمل تنش باشد؛ بدین صورت که در شرایط تنش، نشاسته به اجزای ساده‌تر (ساکارز) تبدیل می‌شود [۱۷]. محتوای نشاسته در سویا هم تحت اثر تنش خشکی کاهش پیدا کرد و دلیل آنرا این‌گونه بیان کردند که تغییر غلظت نشاسته در اندام هوایی

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس برخی صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد خلر در سطوح مختلف آبیاری

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
بلوک	۳	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۳۲ ^{ns}	۱۰/۳۰ ^{ns}	۱۵/۳۷ ^{ns}
آبیاری	۳	۱/۱۳ ^{**}	۸۱/۰۸ ^{**}	۱۶۴/۸۵ ^{ns}	۹۳۷۰/۶۶ ^{**}
خطا	۸	۰/۰۲	۳/۰۸	۸۱/۲۸	۲۲/۷۱
ضریب تغییرات (%)		۷/۲۶	۵/۸۰	۸/۱۵	۴/۱۸

ns و * و **: به ترتیب معنادار در سطح ۱ و ۵ درصد، و غیرمعنادار.

جدول ۵. مقایسه میانگین برخی صفات رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد خلر در سطوح مختلف آبیاری

سطوح آبیاری	وزن خشک (g/plant)	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه (g)	عملکرد (g/m ²)
۴۰*	۲/۴ ^a	۳۶/۱۷ ^a	۹۷/۵۶ ^a	۱۶۴/۵۲ ^a
۶۰	۲/۲۸ ^a	۲۹/۹۵ ^a	۹۵/۰۲ ^a	۱۵۰/۱ ^b
۸۰	۲/۱۷ ^a	۲۸/۹۰ ^b	۸۵/۸۰ ^a	۷۴/۵۲ ^c
۱۰۰	۱/۰۷ ^b	۲۴/۵۰ ^c	۸۲/۹۰ ^a	۶۳/۱۳ ^d

خواهد بود که در نهایت سبب کاهش وزن خشک کل گیاه یا زیست توده اندام هوایی می شود [۲۲].

۵.۳. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد دانه

عملکرد دانه در واحد سطح به طور معناداری تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت. با افزایش سطوح آبیاری، عملکرد دانه کاهش یافت (جدول ۳). کمترین عملکرد دانه از سطح آبیاری ۱۰۰ میلی متر تبخیر به دست آمد که حدود ۶۰ درصد نسبت به شاهد (۴۰ میلی متر) کاهش داشت (جدول ۴). به نظر می رسد برخلاف رشد اندام هوایی، تولید و پر شدن دانه در خلر، تا حد زیادی تحت تأثیر کمبود آب قرار می گیرد. عملکرد دانه خلر در شرایط آبیاری مناسب، نسبت به شرایط دیم بیشتر است و تنش خشکی در طی رشد زایشی خلر نیز به طور معناداری سبب کاهش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد می شود [۲۰، ۱۵]. همچنین تنش خشکی از طریق القای زودرسی، زمان لازم برای رشد بیشتر گیاه و انتقال بهینه تولیدات فتوسنتزی به دانه ها را محدود می کند و در نتیجه پتانسیل عملکرد دانه کاهش می یابد [۱۹].

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح آبیاری بر وزن هزاردانه تأثیر معناداری نداشت و طولانی تر شدن سطوح آبیاری سبب کاهش چندانی در وزن هزاردانه نشد،

رشد و گسترش شاخ و برگ خلر ممکن است تا آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر، بدون کاهش محسوس ادامه یابد. به طور کلی، ماده خشک بیشتر نشان دهنده کارایی گیاه در تولید مواد فتوسنتزی و ارسال آن به اندام های در حال رشد است. وزن خشک اندام هوایی خلر در شرایط کم آبیاری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش پیدا کرد [۱۵]. در ارزیابی واکنش تجمع ماده خشک، روابط آبی و تنظیم اسمزی در دو ژنوتیپ یونجه یکساله مرتعی^۱ در شرایط تنش خشکی، زیست توده اندام هوایی گیاه حساس به خشکی با افزایش تنش کاهش یافت که دلیل آن بسته شدن روزنه ها و کاهش فتوسنتز گزارش شد [۵]. با توجه به نتایج، بین سطوح آبیاری ۴۰ تا ۸۰ میلی متر تغییر معناداری در زیست توده مشاهده نشد، اما سطح آبیاری ۱۰۰ میلی متر تبخیر، کاهش معنادار زیست توده را به دنبال داشت (جدول ۴). با توجه به اینکه تنش خشکی و دوام آن، سبب کاهش تعداد برگ، سطح برگ و سرعت سبز شدن گیاهچه می شود، طبیعی است که استقرار دیرتر گیاهچه همراه با ناکافی بودن تعداد و سطح برگ، امکانات گیاه را برای استفاده بهینه از عوامل محیطی کاهش می دهد و به همین دلیل وزن خشک کاهش می یابد [۷]. همچنین در پی تنش خشکی روزنه ها بسته می شوند که پیامد آن، کاهش رشد برگ ها و در نتیجه کاهش تولید مواد پرورده

1. *Medicago lasiniata* (L.) Mill

سطح آبیاری از ۴۰ به ۸۰ میلی‌متر، نشان‌دهنده تحمل زیاد این گیاه به خشکی است؛ از این رو این گیاه برای مصرف به عنوان علوفه کاملاً مناسب به نظر می‌رسد. با این حال، کاهش شایان توجه عملکرد دانه با افزایش سطوح آبیاری نشان می‌دهد که اگر مصرف دانه این گیاه به عنوان خوراکی مدنظر باشد، تولید بهینه دانه وابسته به سطوح آبیاری کوتاه (۴۰ میلی‌متر تبخیر) خواهد بود.

منابع

۱. حسونند م، اشرف جعفری ع، سپهوند ع و نخجوان ش (۱۳۸۸) بررسی عملکرد و کیفیت علوفه در توده‌های بومی ماشک (*Vicia sativa* L.) در شرایط آبی و دیم منطقه لرستان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۴ (۱۶): ۵۳۵-۵۱۷.
۲. حسینی س م، حسینی پ و اندرزیان ب (۱۳۹۲) بررسی اثر کمبود آب بر عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیکی سه رقم کلزا (*L. Brassica napus*) تولید گیاهی (علمی کشاورزی). ۳۶ (۱): ۲۳-۱۳.
۳. سلیمانی م ر، کافی م، ضیایی م، شباهنگ ج و داوری ک (۱۳۸۷) تأثیر کم آبیاری بر عملکرد بذر دو توده بومی گیاه شورزیست کوشیا در شرایط آبیاری با آب شور. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵ (۵): ۱۵۶-۱۴۸.
۴. رشدی م، حیدری شریف‌آباد ح، کریمی م، نورمحمدی ق و درویش ف (۱۳۸۵) بررسی اثرات تنش کم‌آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام آفتابگردان. علوم کشاورزی. ۱۲ (۱): ۱۲۰-۱۱۰.
۵. قربانلی م، نوجوان م، حیدری ر و فریودنیا ط (۱۳۸۰) تغییر قندهای محلول، نشاسته و پروتئین‌ها در اثر تنش خشکی در دو رقم نخود ایرانی. دانشگاه تربیت معلم ارومیه. ۱ (۱): ۵۳-۳۸.

در حالی که افزایش سطوح آبیاری، کاهش معنادار تعداد دانه در بوته را به دنبال داشت (جدول ۳). کاهش تعداد دانه در بوته، دلیل اصلی افت عملکرد دانه در واحد سطح در اثر افزایش سطوح آبیاری و اعمال تنش خشکی به گیاه است. درباره کاهش وزن هزاردانه در شرایط کمبود آبیاری دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد از جمله محدودیت رطوبت در زمان گلدهی و غلاف‌دهی که موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه می‌شود. در مقابل، فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی سبب طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه شد که در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اختصاص به دانه‌ها فراهم می‌شود [۲۱]. با توجه به زمان اعمال رژیم آبیاری در این آزمایش، به نظر می‌رسد کمبود آب در دسترس در رژیم‌های آبیاری ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر در دوره رویشی و زایشی سبب کاهش تعداد گل شد، ولی در دوره پر شدن دانه، دانه‌های باقی‌مانده به خوبی پر شدند و وزن دانه کاهش معناداری نداشت. با این حال، به دلیل تأثیر مهم تعداد دانه در بوته در عملکرد نهایی دانه، عملکرد دانه به‌ویژه در سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر به‌طور معناداری کاهش یافت. افزایش تنش آب به‌طور معناداری سبب کاهش تعداد دانه خلر شد [۱۵]. وزن هزاردانه نیز به‌طور معناداری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت، به گونه‌ای که بیشترین و کمترین وزن هزاردانه به ترتیب از تیمارهای آبیاری کامل و بدون آبیاری به دست آمد [۴].

۴. نتیجه‌گیری کلی

صفات کیفی (محتوای ADL، ADF، NDF، پروتئین و نشاسته) و کمی (زیست‌توده) علوفه خلر با افزایش سطوح آبیاری از ۴۰ تا ۸۰ میلی‌متر تبخیر، تغییر معناداری نداشت و تنها در سطح آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر کاهش معنادار مشاهده شد. ثبات نسبی در زیست‌توده اندام هوایی با دوبرابر شدن

۶. قنبری ا، احمدیان ا، میری ب و رزمجو ا (۱۳۸۹) بررسی تأثیر زمان برداشت بر ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه ذرت. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. ۴(۱۵): ۴۱-۵۴.
۷. گالشی س، فرزانه س و سلطانی ا (۱۳۸۴) بررسی تحمل به خشکی در چهل ژنوتیپ پنبه (*Gossypium hirsutum* L) در مرحله گیاهچه. نهال و بذر. ۲۱(۱۵): ۶۵-۷۹.
۸. مدیح ع، نادری ا، امام ی، آینه‌بند ا و نورمحمدی ق (۱۳۸۸) اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه، محتوی پروتئین دانه و کارایی زراعی مصرف نیتروژن در ژنوتیپ‌های گندم در دو شرایط بهینه و تنش گرمایی پس از گرده‌افشانی. به‌زراعی نهال و بذر. ۲۵(۴): ۳۵۳-۳۷۱.
۹. نصیرزاده ع، خرم شکوه م و حیدری شریف‌آباد ح (۱۳۸۱) مطالعه اثرات فیزیولوژیک تنش کم‌آبی (خشکی) بر رشد رویشی شش گونه اسپرس. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۱۲(۴): ۳۶۵-۳۷۶.
۱۰. هژبری ف، روزبهان ی و کفیل‌زاده ف (۱۳۸۷) تعیین ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم دانه خلر (*Lathyrus sativus* L.) با روش *in vivo* در گوسفند. علوم و صنایع کشاورزی. ۱۱(۲): ۸۳-۸۸.
۱۱. Assefa G and Ledin I (2001) Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Feed Science and Technology*. 92: 95-111.
۱۲. Bray EA (1993) Molecular responses to water deficit. *Plant Physiology*. 103: 1035-1040.
13. Bremner JM and Keeney DR (1965) Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytica Chimica Acta*. 32: 485-495.
14. Chaves A, Waghorn GC and Tavendale MH (2002) A simplified method for lignin measurement in a range of forage species. In: *Proceedings of the Conference- New Zealand Grassland Association*. Pp. 129-134.
15. Fraser J, McCartney D, Najda H and Mir Z (2004) Yield potential and forage quality of annual forage legumes in southern Alberta and northeast Saskatchewan. *Canadian Plant Science*. 48: 143-155.
16. Goodchild AV (1997) Effects of rainfall and temperature on the feeding value of barley straw in semi-arid mediterranean environment. *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 129: 353-366.
17. Gusmao M, Siddiquek HM, Nesbitt H and Veneklaas EJ (2012) water deficit during the reproductive period of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) reduced grain yield but maintained seed size. *Agronomy and Crop Science*. 198: 430-441.
18. Jiang J, Miao S, Yueru C, Nan G, Chengjin J, Zhengxi S, Fengmin L and Chongying W (2013) Correlation of drought resistance in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) with reactive oxygen species scavenging and osmotic adjustment. *Biologia* 2: 231-240.
19. Keller F and Ludlow MM (1993) Carbohydrate metabolism in drought-stressed leaves of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Experimental Botany*. 44: 1351-1359.

20. Kerstin G, Juergen K, Laura FHD, Carl C and Anke J (2014) Water stress due to increased intra-annual precipitation variability reduced forage yield but raised forage quality of a temperate grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 186: 11-22.
21. Kumar J and Abbo S (2001) Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semi-arid environments. *Advances in Agronomy*. 72: 107-138.
22. Leport L, Turner NC, French RJ, Tennant D and Thomson BD (1998) Water relations, gas exchange and growth of cool-season grain legumes in a Mediterranean-type environment. *European Agronomy*. 9: 295-303.
23. Mahalakshmi V, Subramanian V, Bidinger FR and Jambunathan R (1985) Effect of water deficit on yield and protein content in pearl millet grains. *Science of Food and Agriculture*. 36: 1237-1242.
24. Petit Helene V, Pesant AR, Baranett GM, Mason WN and Dionne JL (1992) Quality and morphological characteristics of alfalfa as affected by soil moisture, pH and phosphorus fertilization. *Canadian Plant Science*. 1: 147-162.
25. Rotter RG, Marquardt RR and Campbell CG (1991) The nutritional value of low lathyrogenic *Lathyrus* (*Lathyrus sativus* L.) for growing chicks. *British Poultry Science*. 5: 1055-1069.
26. Sheaffer CC, Peterson PR, Hall MH and Stordahl JB (1992) Drought effects on yield and quality of perennial grasses in the north central United States. *Production Agriculture*. 5: 556-561.
27. Van soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Dairy Science*. 10: 3583-3597.
28. Vough LR and Marten GC (1971) Influence of soil moisture and ambient temperature on yield and quality of alfalfa forage. *Agronomy*. 1: 40-42.
29. Yoshida S, Forno DA and Cock J (1971) Laboratory manual for physiological studies of rice. The International Rice Research Institute. Pp. 46-50.

