دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی اکوتیپ‌های گاودانه از نظر تحمل به خشکی در شرایط آب و هوایی رفسنجان

محدثه غنی‌پور گورکی[۱]، سیدرسول صحافی[۲]، علی‌اکبر محمدی میریک[۳] و اصغر رحیمی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
۲- استادیار دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، (نویسنده مسوول: s.r.sahhafi@vru.ac.ir)
۳ و ۴- استادیار و دانشیار دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۰۵
صفحه: ۱۴۴ تا ۱۵۳

چکیده

در پژوهش حاضر، ۱۶ اکوتیپ گاودانه (*Vicia ervilia* L.)، در سه محیط بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید خشکی (به‌ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) از نظر برخی صفات مورفو- فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی مورد مقایسه قرار گرفتند. این سه آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار آزمایش انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات نشان داد که اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر همه صفات مورد مطالعه به‌جز وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۱) داشتند و بنابراین از نظر بیشتر صفات تنوع بالایی را داشتند. بر اثر تنش ملایم و تنش شدید خشکی صفات ارتفاع ساقه، طول ریشه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. به‌طور میانگین اکوتیپ بایقوت با تولید ۸۲/۳٤٥ گرم در مترمربع زیست‌توده و ۳۵/۰۳۸ گرم در مترمربع عملکرد دانه، بیشترین مقادیر را بین سایر اکوتیپ‌ها داشت. نتایج مقایسه میانگین اکوتیپ‌های مورد مقایسه نشان داد که در شرایط تنش و بدون تنش خشکی بیشترین ثبات در تولید عملکرد دانه به‌ترتیب در اکوتیپ‌های بایقوت و سقزچی و بیشترین ثبات در تولید اندام هوایی به‌ترتیب در اکوتیپ‌های قره آغاج و بایقوت مشاهده شد. به‌طور کلی اکوتیپ‌هایی که کمتر تحت تأثیر تنش خشکی از نظر صفات مورد بررسی قرار گرفتند می‌توانند به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل به خشکی در برنامه‌های به‌نژادی آینده مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: گاودانه، تنش خشکی، مقاومت، عملکرد دانه

مقدمه

در میان عوامل محیطی، خشکی عامل عمده‌ای است که تولید جهانی کشاورزی را محدود می‌سازد (۱۳). تنش خشکی تقریباً کلیه جنبه‌های رشد گیاه و اکثر فرآیندهای فیزیولوژیک آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۲). گاودانه با نام علمی *Vicia ervilia* L. گیاهی است یکساله از خانواده لگومینوز از جنس ماشک‌ها، زیر تیره پروانه‌آسایان (Papilionaceae) و تیره بقولات (Leguminosae)، که کشت دیم گیاه گاودانه از سال‌های قبل در غرب و شمال‌غرب ایران مرسوم بوده و از لحاظ اکولوژیکی سازگار با شرایط خشکسالی و پراکنش نامطلوب باران بوده است (۱۴،۱۱). دانه گاودانه ماده خوراکی غنی از انرژی، پروتئین و منبع مناسبی از مواد معدنی و اسید آمینه‌های ضروری است. این دانه حاوی ۲۶/۶۵ درصد پروتئین و ۱۸/۱۰ مگاژول بر کیلوگرم انرژی خام است (۱۶) و می‌تواند به‌عنوان یک ماده خوراکی مناسب با قابلیت هضم و تجزیه‌پذیری بالا در جیره نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گیرد (۱۵). دانه گاودانه نسبتاً ارزان است و به قیمتی حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد سویا قابل‌خریداری است و می‌تواند جایگزین سویا در جیره غذایی دام و طیور گردد (۲). از آنجایی که بخش زیادی از اراضی ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد بدست‌آوردن لاین‌های با حداکثر عملکرد در شرایط کم‌آبی باعث گسترش سطح زیر کشت گیاه گاودانه در مناطق مختلف ایران بویژه در مناطقی که احتمال کمبود آب در مراحل حساس رشدی بالا بوده و یا کمبود آب مانع کشت آن می‌شود، خواهد شد.

ارزیابی درجه تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های مختلف گاودانه توسط محققین اندکی مورد مطالعه قرار گرفته است. در این زمینه عملکرد دانه لاین‌های گاودانه در شرایط دیم و آبی توسط فتحی رضائی و همکاران (۸) در موسسه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه مقایسه گردید. در این تحقیق ۱۵ لاین با منشأ خارجی که از ایکاردا ارسال شده بودند به‌همراه یک لاین بومی از مراغه به‌عنوان شاهد مورد ارزیابی قرار گرفتند. لاین بومی مراغه بهترین لاین از لحاظ تحمل به خشکی با توانایی تولید عملکرد بالا در هر دو محیط دیم و آبی شناخته شد و لاین‌های Sel 2644 و Sel 2647 با منشأ کشور بلغارستان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. فخرواعظی (۷) سازگاری و پایداری عملکرد ۹ رقم گاودانه در شرایط دیم را در ایستگاه‌های تحقیقاتی مراغه و اردبیل مورد بررسی قرار داد و ارقام مختلف مورد بررسی را از نظر عملکرد علوفه، زودرسی و ارتفاع بوته گروه‌بندی نمود و ارقام VE-2561-Bulgaria، اردبیل و مراغه را به‌ترتیب جهت کشت بهاره در مناطق مورد بررسی و یا مناطق مشابه معرفی کرد. همچنین در تحقیق دیگری واکنش ۱۴ توده بومی گاودانه از لحاظ عملکرد و کیفیت علوفه در شرایط آبی و دیم شهرستان خرم‌آباد توسط سپهوند و اشرف جعفری (۲۰) مطالعه شد و توده‌های مسعود آباد ازنا، زاغه خرم‌آباد و الشتر به‌عنوان توده‌های متحمل به خشکی گزارش شدند.

گاودانه با داشتن ارزش غذایی بالا می‌تواند جایگزین بخشی از مکمل‌های پروتئینی گیاهی مورد استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان شود که در حال حاضر بخش عمده‌ی آن از

خارج کشور تأمین می‌شود. باتوجه به شرایط آب و هوایی ایران که همواره با مشکل محدودیت آب لازم برای عملکرد رضایت‌بخش، مواجه است و همچنین کارهای تحقیقاتی بسیار اندکی که روی گیاه گاودانه انجام گرفته است، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر صفات مختلف گیاه گاودانه و شناسایی اکوتیپ‌های گاودانه متحمل به خشکی در شرایط اقلیمی شهرستان رفسنجان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی و مقایسه اکوتیپ‌های مختلف گاودانه از نظر مقاومت به تنش خشکی، سه آزمایش به‌صورت جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان انجام گرفت. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۴۶۹ متر و در ۳۰ درجه و ۲۳ دقیقه عرض جغرافیایی و ۵۶ درجه طول جغرافیایی قرار دارد و حداکثر دمای مطلق ۴۳ درجه، حداقل دمای مطلق ۱۶/۶- درجه، متوسط دمای سالیانه ۱۸/۱ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۷۷/۹ میلی‌متر می‌باشد. در آزمایش اول که در شرایط آبیاری نرمال اجرا گردید، واحدهای آزمایشی بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه آبیاری شدند و در آزمایش‌های دوم و سوم که به‌ترتیب در شرایط تنش ملایم و شدید آبی اجرا شدند آبیاری واحدهای آزمایشی به‌ترتیب براساس ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر انجام گرفت. زمان شروع اعمال تنش آبی پس از استقرار گیاه در مرحله ۱۰-۸ برگی بود. انتخاب ۱۶ اکوتیپ گاودانه باتوجه به نتایج آزمایش صحافی و ملکی زنجانی (۱۷) از بررسی تنوع ژنتیکی ۴۸ اکوتیپ گاودانه متعلق به استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل و زنجان از لحاظ صفات زراعی- مورفولوژیک صورت گرفت. مشخصات اکوتیپ‌های مورد بررسی به‌شرح جدول ۱ می‌باشد.

عملیات تهیه زمین جهت اجرای آزمایش شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی پشته در زمستان ۱۳۹۶ انجام شد. کود مورد نیاز براساس نتایج آزمایش تجزیه خاک به زمین داده شد و بذور قبل از کاشت به‌وسیله کاربوکسین ضدعفونی شدند. کشت هر سه آزمایش به‌طور همزمان در تاریخ بیستم اسفند ماه ۱۳۹۶ انجام شد و بلافاصله بعد از کاشت، نخستین آبیاری انجام گرفت. بذرهای هر اکوتیپ بر روی دو پشته به‌طول دو متر و دو خط در هر پشته برای هر واحد آزمایشی کشت شدند. فاصله بین دو پشته داخل هر واحد آزمایشی و همچنین بین واحدهای آزمایشی ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بعد از سبزشدن تمامی اکوتیپ‌ها و برطرف‌شدن خطر از بین‌رفتن گیاهان، بوته‌ها بر روی خط کشت تنک گردیدند به‌شکلی که بین آن‌ها ۱۵ سانتی‌متر فاصله ایجاد شد. بین بلوک‌ها و آزمایش‌ها به‌ترتیب یک و دو متر فاصله در نظر گرفته شد. کلیه‌ی عملیات زراعی انجام‌شده، مانند سله‌شکنی و وجین به‌شکل دستی به‌صورت یکنواخت انجام شد. عملیات برداشت از اواسط خردادماه آغاز و تا اوایل تیرماه براساس زمان رسیدگی هر اکوتیپ ادامه داشت. در این آزمایش صفات ارتفاع ساقه در زمان رسیدگی، طول ریشه در زمان رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته بر روی چهار بوته تصادفی در هر واحد آزمایشی و صفات وزن هزار دانه، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه از کلیه بوته‌های خطوط میانی هر واحد آزمایشی با حذف اثر حاشیه واحدهای آزمایشی اندازه‌گیری شدند. برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون بارتلت استفاده شد و تجزیه وتحلیل داده‌ها به روش تجزیه مرکب بوسیله نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام گرفت و میانگین تیمارها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم گردیدند.

جدول ۱- اکوتیپ‌های گاودانه مورداستفاده در آزمایش

Table 1. The list of studied bitter vetch ecotypes

شماره	نام توده	محل جمع‌آوری (استان-شهرستان-روستا)	شماره	نام توده	محل جمع‌آوری (استان-شهرستان-روستا)
۱	بهل	آذربایجان شرقی-اهر-روستای بهل	۹	میدان	آذربایجان غربی-خوی-روستای میدان
۲	شربیان	آذربایجان شرقی-سراب-روستای شربیان	۱۰	آل‌هاشم	اردبیل-خلخال-روستای آل‌هاشم
۳	حاجی کرد	آذربایجان شرقی-مراغه-روستای حاجی کرد	۱۱	قره آغاج	اردبیل-گرمی-روستای قره آغاج
۴	بایقوت	آذربایجان شرقی-ملکان-روستای بایقوت	۱۲	ساربانلار	اردبیل-مشکین شهر-روستای ساربانلار
۵	شیخدرآباد	آذربایجان شرقی-میانه-روستای شیخدرآباد	۱۳	سقزچی	اردبیل-نمین-روستای سقزچی
۶	برازین	آذربایجان شرقی-هریس-روستای برازین	۱۴	داش بلاغ	زنجان-ابهر-روستای داش بلاغ
۷	قورول	آذربایجان غربی-چالداران-روستای قورول	۱۵	چومالو	زنجان-زنجان-روستای چومالو
۸	الند	آذربایجان غربی-خوی-روستای الند	۱۶	گلوجه	زنجان-زنجان-روستای گلوجه

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد بررسی در رژیم‌های آبیاری مختلف نشان داد (جدول ۲) که اکوتیپ‌ها از نظر تمام صفات مورد بررسی به‌استثناء صفت وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری با هم داشتند که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین اکوتیپ‌ها است و بنابراین امکان گزینش از این اکوتیپ‌ها برای صفات مذکور را در شرایط خشکی میسر می‌سازد.

ارتفاع گیاه

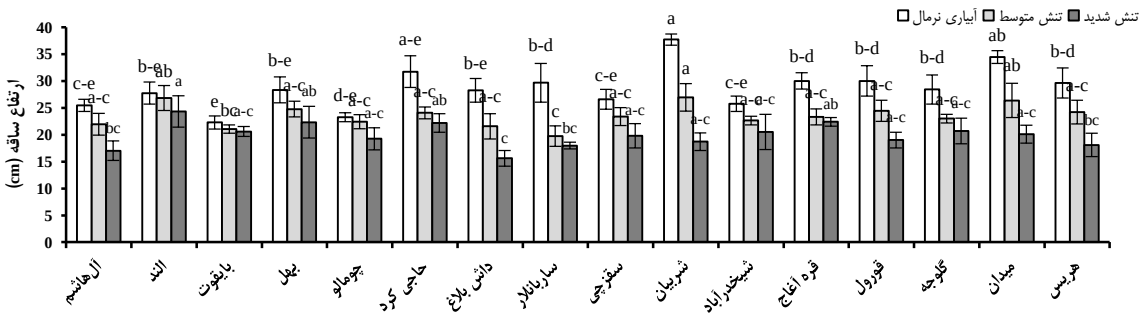
اعمال رژیم‌های مختلف آبیاری، اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری (p<۰/۰۱) بر ارتفاع نهایی بوته‌ها داشتند (جدول ۲). روند کاهش آبیاری موجب کاهش ارتفاع اکوتیپ‌های گاودانه شد، اما میزان کاهش ارتفاع اکوتیپ‌های مختلف گاودانه نسبت به روند کاهش آبیاری متفاوت بود (نمودار ۱). اکوتیپ‌های شربیان، میدان و حاجی کرد بیشترین ارتفاع را در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط آبیاری نرمال داشتند. در شرایط تنش ملایم اکوتیپ‌های ساربانلار و شربیان بیشترین حساسیت را به کاهش آبیاری نسبت به محیط شاهد نشان دادند و ارتفاع آن‌ها به‌ترتیب حدود ۳۳/۵ و ۲۸/۵ درصد کاهش یافت ولی اکوتیپ‌های الند، چومالو و بایقوت کمترین حساسیت را به کاهش آبیاری نشان دادند و ارتفاع آن‌ها به‌ترتیب حدود ۳/۳، ۳/۶ و ۵/۴ درصد کاهش یافت. در شرایط تنش شدید اکوتیپ‌های شربیان و داش‌بلاغ بیشترین حساسیت را به کاهش آبیاری نسبت به محیط شاهد نشان دادند و ارتفاع آن‌ها به‌ترتیب حدود ۵۰/۴ و ۴۴/۷۵ درصد کاهش یافت ولی اکوتیپ‌های بایقوت، الند و چومالو کمترین حساسیت را به کاهش آبیاری نشان دادند و ارتفاع آن‌ها به‌ترتیب حدود ۷/۵، ۱۲/۳ و ۱۷/۳ درصد کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد اکوتیپ‌هایی از گاودانه که دارای ارتفاع بوته کوتاه‌تر در محیط شاهد بودند میزان کاهش ارتفاع آن‌ها در شرایط تنش ملایم و شدید کمتر بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه اکوتیپ‌های گاودانه

Table 2. Combined Analysis of variance of the studied traits of bitter vetch ecotypes

	میانگین مربعات				
صفت	تنش خشکی	خطای ۱	اکوتیپ	اکوتیپ × تنش خشکی	خطای ۲	ضریب تغییرات (٪)
ارتفاع ساقه	۱۲۵۰/۲۱۹**	۵۲/۸۴۱	۵۰/۶۶۴**	۲۲/۹۰۶*	۱۳/۹۵۲	۱۵/۵۳
طول ریشه	۳۱/۸۸۷^{ns}	۱۰/۶۷۲	۲۱/۵۹۰**	۸/۱۵۷*	۵/۲۲۵	۱۶/۲۲
تعداد غلاف در بوته	۲۹۶۵/۸۸۸**	۱/۵۰۱	۵۲/۷۹۲**	۱۴/۳۱۶*	۸/۵۰۷	۱۵/۱۴
تعداد دانه در غلاف	۲/۲۴۲**	۰/۰۱۶	۰/۲۸۲**	۰/۱۴۷**	۰/۰۳۰	۹/۵۰
تعداد دانه در بوته	۱۷۲۸۰/۴۱۷**	۸/۲۹۷	۴۳۸/۴۳۷**	۱۷۱/۲۲۵**	۵۴/۳۵۷	۲۰/۰۵۲
وزن هزار دانه	۳۵/۱۶۷^{ns}	۱۸/۳۹۴	۲۵/۷۶۴^{ns}	۲۳/۰۹۳^{ns}	۱۴/۹۰۶	۱۲/۵۸
وزن خشک اندام هوایی	۴۱۴۹۷/۸۶۹**	۸۷/۰۳۷	۶۵۱/۶۱۹**	۲۶۱/۲۶۶**	۹۷/۰۳۵	۱۵/۰۱
عملکرد دانه	۶۳۸۳/۱۹۸**	۵/۶۰۱	۲۲۹/۴۷۳**	۶۶/۵۲۴**	۳۰/۳۵۷	۲۴/۵۳

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns: غیر معنی‌دار



شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه اکوتیپ‌های گاودانه در رژیم‌های مختلف آبیاری

(در هر رژیم آبیاری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند)

Figure 1. Means comparisons for stem height of bitter vetch ecotypes in each irrigation regime

به‌طور کلی پدیده رشد نتیجه فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم‌تأمین آب کافی به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، کاهش ارتفاع رخ خواهد داد (۳). ضابط و همکاران (۲۱) نیز با بررسی اثر تنش خشکی بر صفات مختلف در گیاه ماش بیان داشتند کاهش تقسیمات سلولی موجب کاهش رشد گیاه و ارتفاع بوته می‌شود. چائی‌چی و همکاران (۵) طی بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات رشد رویشی و اجزای عملکرد دانه گیاه نخودسیاه دریافتند که بین ارتفاع بوته در لاین‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد و ارتفاع بوته در زمان تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. امیری ده‌احمدی و همکاران (۴) با بررسی تأثیر تنش خشکی بر گیاه نخود نشان دادند تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته شده است.

طول ریشه

با وجود اینکه اثر رژیم‌های متفاوت آبیاری تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه نداشت، ولی اثر اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها بر طول نهایی ریشه معنی‌دار بود (جدول ۲) (P<۰/۰۵). به‌طور میانگین در سطوح مختلف آبیاری اکوتیپ ساربانلار دارای بیشترین طول ریشه بود (جدول ۳). با وجود این موضوع اکوتیپ‌های گاودانه از نظر صفت طول ریشه در شرایط آبیاری‌های شاهد، تنش رطوبتی ملایم و شدید واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند به‌طوری که در محیط شاهد اکوتیپ ساربانلار و بایقوت به‌ترتیب بیشترین و

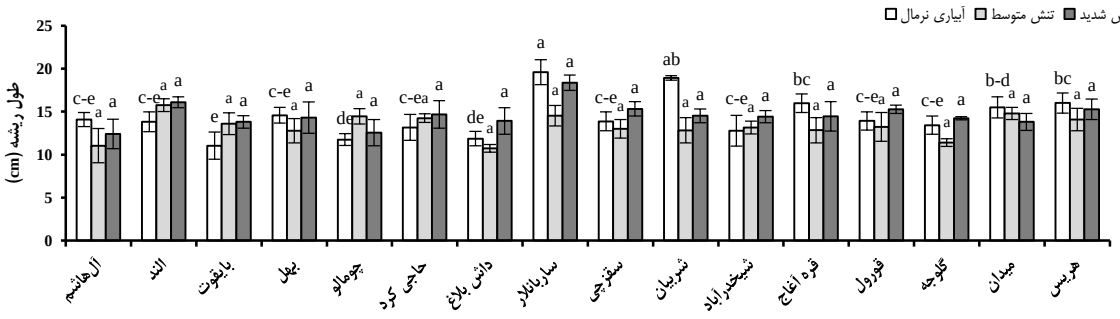
کمترین طول ریشه را به‌خود اختصاص دادند ولی در تنش ملایم و شدید بین اکوتیپ‌ها از لحاظ طول ریشه در زمان رسیدگی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۲). به‌نظر می‌رسد که طول نهایی ریشه در اکوتیپ‌های گاودانه مورد بررسی واکنش مشابهی را به تنش ملایم و شدید خشکی نشان داده‌اند. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های گنجعلی و باقری (۹) مطابقت داشت. ایشان با ارزیابی خصوصیات مورفولوژیکی ریشه نخود در واکنش به تنش خشکی بیان داشتند با افزایش مدت زمانی که گیاه در شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرد و تنش را بیشتر تجربه می‌کند، شرایط محیطی حاکم بر گیاه قابلیت‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها را برای رشد، محدود و یا ضعیف‌تر می‌کند و در این شرایط، عوامل محیطی عمدتاً تعیین‌کننده‌ی ویژگی‌های ریشه خواهد بود. به‌عبارت‌دیگر در آبیاری متعادل پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ‌ها، تعیین‌کننده‌ی ویژگی‌های ریشه از جمله طول ریشه خواهد بود ولی با طولانی‌ترشدن مدت و یا شدت تنش، شرایط محیطی مانع از بروز ژنتیکی ژنوتیپ‌ها می‌شود و در این زمان عوامل محیطی عمدتاً تعیین‌کننده‌ی ویژگی‌های ریشه خواهد بود. همچنین ساکسنا (۱۹) در مطالعه‌ی عمق ریشه‌دهی در نخود کابلی بیان داشت که عمق نفوذ ریشه تحت تأثیر رطوبت منطقه فعالیت ریشه قرار می‌گیرد.

جدول ۳- مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری و اکوتیپ‌های گاودانه برروی صفات مورد بررسی

Table 3. Means comparisons of irrigation regimes and bitter vetch ecotypes for the studied traits

اثرات اصلی	ارتفاع ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه (g)	وزن خشک اندام هوایی (g/m^2)	عملکرد دانه (g/m^2)
رژیم‌های آبیاری								
آبیاری نرمال	۲۸/۷۰۱^{a}	۱۴/۳۹۳^{a}	۲۶/۲۷۱^{a}	۲/۰۳۹۶^{a}	۵۴/۰۵۹^{a}	۳۰/۴۴۶^{a}	۹۳/۶۴۱^{a}	۳۲/۹۲۷^{a}
تنش ملایم	۲۳/۵۳۸^{b}	۱۳/۲۸۱^{a}	۱۸/۸۳۹^{b}	۱/۸۴۶^{b}	۳۴/۸۸۴^{b}	۳۱/۵۷۷^{a}	۵۹/۳۱۸^{b}	۲۱/۴۲۱^{b}
تنش شدید	۱۹/۹۰۶^{c}	۱۴/۵۹۰^{a}	۱۲/۶۷۵^{c}	۱/۶۶۵^{c}	۲۱/۳۵۸^{c}	۲۸/۹۹۲^{a}	۴۳/۸۹۷^{c}	۱۳/۰۳۵^{c}
اکوتیپ‌های گاودانه								
آل‌هاشم	۲۱/۴۶۹^{g}	۱۲/۵۱۲^{fg}	۱۸/۱۶۴^{d}	۱/۵۵۸^{g}	۲۹/۶۸۸^{f}	۳۱/۹۵۵^{a}	۵۷/۶۷۲^{f}	۱۷/۵۰۹^{f}
الند	۲۶/۲۸۷$^{a-c}$	۱۵/۲۲۰^{bc}	۲۰/۹۴۴^{bc}	۱/۸۰۲$^{d-f}$	۳۷/۷۰۷$^{c-e}$	۳۰/۳۱۹^{a}	۶۶/۹۸۲$^{c-e}$	۲۳/۱۰۰$^{c-e}$
بایقوت	۲۱/۳۰۶^{g}	۱۲/۸۱۹$^{e-g}$	۲۶/۲۴۴^{a}	۱/۹۸۳$^{a-c}$	۵۳/۹۳۶^{a}	۳۱/۸۶۰^{a}	۸۲/۳۴۵^{a}	۳۵/۰۳۸^{a}
بهل	۲۵/۱۳۵$^{a-f}$	۱۳/۸۸۴$^{b-g}$	۱۷/۶۸۵^{d}	۱/۷۶۴^{ef}	۳۱/۸۴۰^{ef}	۳۲/۴۴۴^{a}	۶۴/۶۳۰$^{c-f}$	۲۰/۰۳۴$^{d-f}$
چومالو	۲۱/۶۴۴^{fg}	۱۲/۹۲۷$^{d-g}$	۱۸/۱۴۸^{d}	۱/۹۲۲$^{b-d}$	۳۶/۴۶۲$^{c-e}$	۲۷/۷۹۳^{a}	۵۹/۸۲۴^{ef}	۲۰/۱۵۲$^{d-f}$
حاجی کرد	۲۵/۹۹۹$^{a-d}$	۱۴/۰۲۹$^{b-f}$	۱۷/۷۳۶^{d}	۱/۶۸۲^{fg}	۳۰/۰۱۰^{f}	۳۱/۷۳۰^{a}	۵۹/۴۲۳^{ef}	۱۸/۷۲۸^{ef}
داش بلاغ	۲۱/۸۱۵$^{e-g}$	۱۲/۱۶۹^{g}	۱۸/۱۰۵^{d}	۱/۷۵۴^{ef}	۳۳/۴۰۲$^{d-f}$	۳۲/۸۱۱^{a}	۵۷/۵۹۶^{f}	۲۱/۰۱۶$^{d-f}$
ساربانلار	۲۲/۴۶۲$^{d-g}$	۱۷/۵۰۳^{a}	۱۸/۳۲۱^{d}	۱/۸۰۰$^{d-f}$	۳۴/۸۳۷$^{d-f}$	۲۹/۳۵۸^{a}	۶۹/۷۱۸^{cd}	۱۹/۸۰۹$^{d-f}$
سقزچی	۲۳/۲۵۳$^{c-g}$	۱۴/۰۶۵$^{b-f}$	۲۱/۰۸۳^{b}	۲/۱۱۸^{a}	۴۵/۳۹۵^{b}	۲۹/۶۴۹^{a}	۶۷/۹۹۰^{cd}	۲۸/۱۱۷^{b}
شربیان	۲۷/۷۷۴^{a}	۱۵/۴۲۵^{b}	۱۸/۷۸۱$^{b-d}$	۱/۸۱۲$^{d-f}$	۳۵/۴۷۵$^{c-f}$	۳۲/۸۲۸^{a}	۶۳/۳۲۹$^{d-f}$	۲۰/۸۵۳$^{d-f}$
شیخدرآباد	۲۲/۹۵۶$^{c-g}$	۱۳/۴۵۱$^{c-g}$	۱۸/۶۵۷^{cd}	۱/۸۹۵$^{c-e}$	۳۶/۸۱۲$^{c-e}$	۳۱/۴۱۲^{a}	۵۷/۵۲۷^{f}	۲۳/۰۹۴$^{c-}$e
قره آغاج	۲۵/۲۳۵$^{a-e}$	۱۴/۴۲۶$^{b-e}$	۱۹/۰۹۷$^{b-d}$	۲/۰۹۰^{a}	۴۰/۸۰۰^{bc}	۳۰/۶۷۷^{a}	۷۸/۴۲۴^{ab}	۲۵/۹۹۰^{bc}
قورول	۲۴/۴۷۸$^{a-g}$	۱۴/۱۳۷$^{b-f}$	۱۸/۵۹۰^{cd}	۱/۸۷۶$^{c-e}$	۳۵/۶۰۸$^{c-f}$	۳۰/۴۸۲^{a}	۷۱/۶۹۹^{bc}	۲۳/۴۲۴^{cd}
گلوجه	۲۴/۰۳۰$^{b-g}$	۱۳/۰۲۴$^{d-g}$	۱۹/۱۳۰$^{b-d}$	۲/۰۴۳^{ab}	۳۸/۷۳۵^{cd}	۳۰/۹۸۰^{a}	۶۵/۹۴۱$^{c-e}$	۲۳/۵۵۱^{cd}
میدان	۲۶/۹۷۶^{ab}	۱۴/۶۹۷$^{b-d}$	۱۸/۷۸۷$^{c-d}$	۱/۷۹۲$^{d-f}$	۳۴/۷۳۷$^{d-f}$	۳۰/۶۲۱^{a}	۶۷/۱۷۰$^{c-e}$	۲۰/۵۲۳$^{d-f}$
هریس	۲۳/۹۶۰$^{b-g}$	۱۵/۱۱۹^{bc}	۱۸/۷۲۲^{cd}	۱/۷۰۷^{f}	۳۲/۸۳۵$^{d-f}$	۲۷/۹۲۵^{a}	۵۹/۶۳۱^{ef}	۱۸/۴۴۲^{f}

میانگین‌های که در یک ستون دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن با هم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.



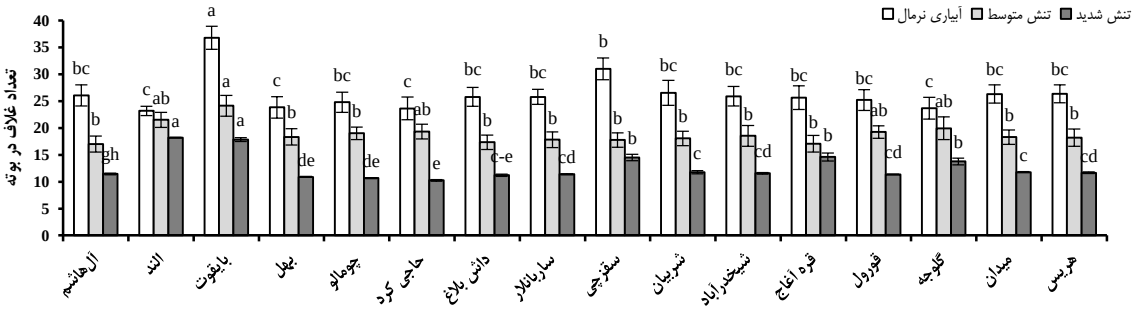
شکل ۲- مقایسه میانگین طول ریشه اکوتیپ‌های گاودانه در رژیم‌های مختلف آبیاری

(در هر رژیم آبیاری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند)

Figure 2. Means comparisons for root length of bitter vetch ecotypes in each irrigation regime

تعداد غلاف در بوته

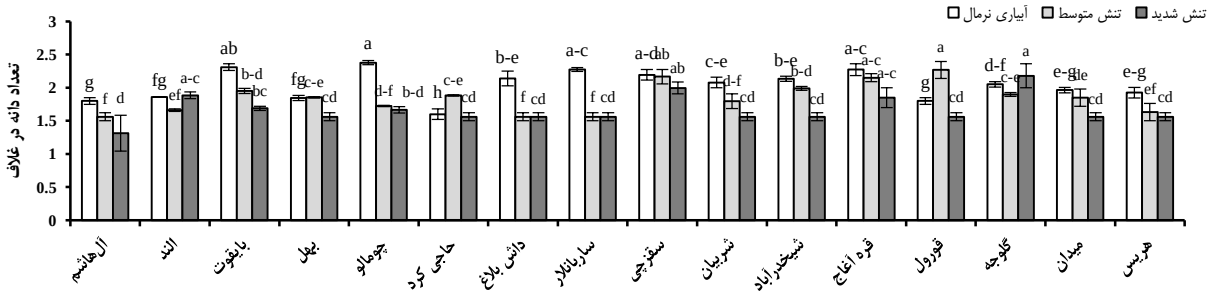
رژیم‌های مختلف آبیاری، اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد بر تعداد غلاف در بوته داشتند (جدول ۲). اکوتیپ بایقوت دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود (جدول ۳). به‌صورت کلی تعداد غلاف در بوته در تمام اکوتیپ‌ها با افزایش سطح تنش آبیاری یک روند کاهشی نشان داد اما میزان کاهش در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود (نمودار ۳). پرغلاف‌ترین اکوتیپ مورد بررسی در سطوح مختلف رژیم آبیاری بایقوت بود اما تعداد غلاف در بوته آن به‌ترتیب با حدود ۳۴/۴ و ۵۱/۵ درصد کاهش نسبت به شاهد در آبیاری تنش ملایم و تنش شدید به تعداد حدود ۲۴ و ۱۸ رسید. از طرفی اکوتیپ الند کمترین حساسیت را نسبت به کاهش آبیاری نشان داد و تعداد غلاف در بوته آن با ۷ و ۲۱ درصد کاهش نسبت به شاهد در آبیاری تنش ملایم و تنش شدید به تعداد حدود ۲۱ و ۱۸ رسید. چائی‌چی و همکاران (۵) در نخودسیاه، ضابط و همکاران (۲۱) در ماش و امیری ده‌احمدی و همکاران (۴) در نخود گزارش کردند که با کاهش آب، تعداد غلاف در بوته در سطوح مختلف تنش آبی کاهش معنی‌داری از خود نشان می‌دهند.



شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته اکوتیپ‌های گاودانه در رژیم‌های مختلف آبیاری
(در هر رژیم آبیاری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند)
Figure 3. Means comparisons for pod number per plant of bitter vetch ecotypes in each irrigation regime

تعداد دانه در غلاف

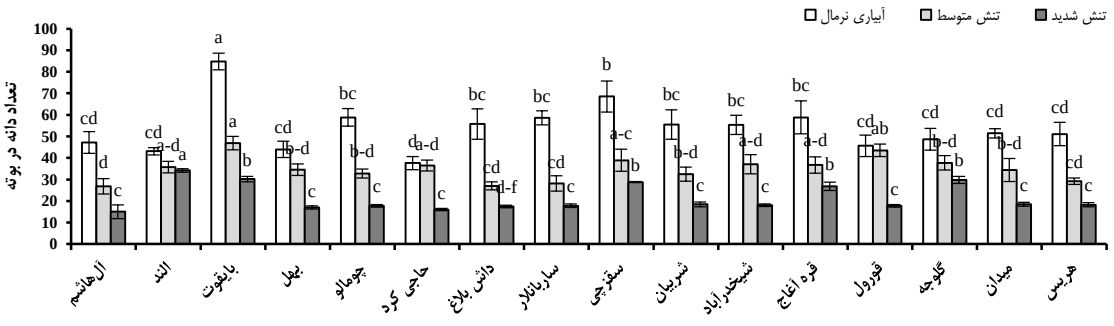
اثر رژیم‌های متفاوت آبیاری، اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲) ($p<۰/۰۱$). تعداد دانه در غلاف اکوتیپ‌ها تحت شرایط تنش کاهش یافت (جدول ۳). در سطوح مختلف رژیم آبیاری اکوتیپ‌های سقزچی، قره‌آغاج، گلوجه و بایقوت دارای بیشترین و اکوتیپ‌های حاجی‌کرد و آل‌هاشم دارای کمترین تعداد دانه در غلاف بودند. سطوح مختلف رژیم آبیاری نسبت به یکدیگر اثر معنی‌داری روی تعداد دانه در غلاف داشتند (جدول ۳). در رژیم آبیاری شاهد اکوتیپ‌های چومالو، بایقوت، ساربانلار، قره‌آغاج و سقزچی، در تنش ملایم اکوتیپ‌های قورول، سقزچی و قره‌آغاج و در تنش شدید اکوتیپ‌های گلوجه، سقزچی، الند و قره‌آغاج دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف بودند (نمودار ۴). به‌نظر می‌رسد تعداد غلاف در اکثر اکوتیپ‌ها با افزایش سطح تنش آبیاری از یک روند نسبتاً کاهشی پیروی کرده است. چائی‌چی و همکاران (۵) و ضابط و همکاران (۲۱) به‌ترتیب با بررسی مقاومت لاین‌های نخودسیاه و ماش به تنش خشکی، نشان دادند با افزایش شدت تنش، تعداد دانه در غلاف به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است.



شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف اکوتیپ‌های گاودانه در رژیم‌های مختلف آبیاری
(در هر رژیم آبیاری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند)
Figure 4. Means comparisons for seed number per pod of bitter vetch ecotypes in each irrigation regime

تعداد دانه در بوته

اعمال رژیم‌های مختلف آبیاری، اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری (p<۰/۰۱) بر تعداد دانه در بوته داشتند (جدول ۲). به‌طور میانگین اکوتیپ بایقوت دارای بالاترین تعداد دانه در بوته و اکوتیپ‌های حاجی کرد و آل‌هاشم دارای کمترین تعداد دانه در بوته بودند (جدول ۳). تعداد دانه در بوته برای کلیه اکوتیپ‌های گاودانه با افزایش سطح تنش آبیاری از یک روند کاهشی تبعیت نمود (نمودار ۵). کاهش باروری و لقاح در اثر تنش خشکی می‌تواند باعث کاهش تعداد دانه در بوته گردد (۱۸). در شرایط آبیاری شاهد: اکوتیپ بایقوت، در شرایط آبیاری تنش ملایم: اکوتیپ‌های بایقوت، قورول، سقزچی، شیخد آباد، قره‌آغاج، حاجی‌کرد و الند و در شرایط آبیاری تنش شدید: اکوتیپ الند پرغلاف‌ترین اکوتیپ‌های مورد بررسی در هر رژیم آبیاری بودند (نمودار ۳). کاهش در تعداد دانه در بوته در اثر تنش خشکی در عدس توسط صالحی و همکاران (۱۸)، در نخودسیاه توسط چائی‌چی و همکاران (۵) و در نخود توسط امیری ده‌احمدی و همکاران (۴) نیز گزارش شده است.



شکل ۵- مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته اکوتیپ‌های گاودانه در رژیم‌های مختلف آبیاری
(در هر رژیم آبیاری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند)
Figure 5. Means comparisons for seed number per plant of bitter vetch ecotypes in each irrigation regime

وزن هزاردانه

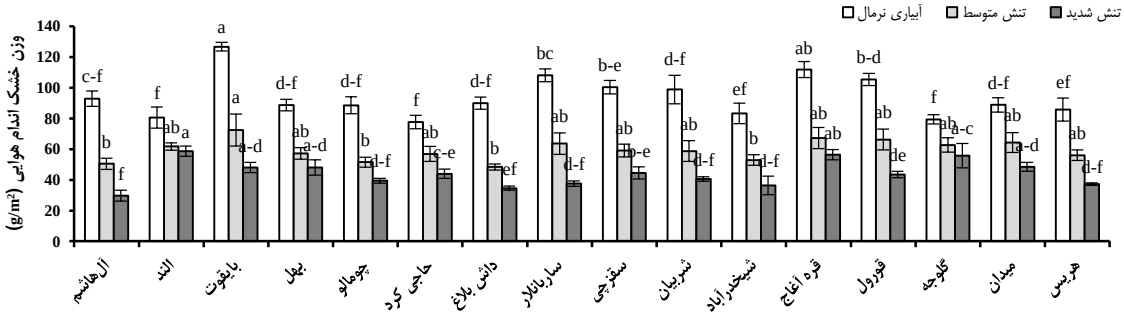
اثر رژیم‌های متفاوت آبیاری، اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که وزن هزاردانه تحت تأثیر کمبود آب قرار نگرفته است. این مشاهدات با نتایج ضابط و همکاران (۲۱) در گیاه ماش مطابقت داشت. ولی چائی‌چی و همکاران (۵) با بررسی اثر تنش خشکی بر لاین‌های نخودسیاه، نشان دادند با افزایش شدت تنش، وزن هزاردانه کاهش یافته است. همچنین امیری ده‌احمدی و همکاران (۴) نیز با ارزیابی ژرم‌پلاسم نخود برای مقاومت به خشکی، کاهش وزن صددانه را گزارش کردند. این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر تناقض دارد، که می‌تواند به‌دلیل غیرقابل‌مقایسه‌بودن شرایط محیطی آزمایش‌ها و یا متفاوت‌بودن نوع گیاه مورد بررسی باشد. با این‌وجود در تحقیق حاضر این صفت حدود سه درصد افزایش نسبت به شاهد در آبیاری تنش ملایم و حدود چهار درصد کاهش نسبت به شاهد در آبیاری تنش شدید را نشان داد (جدول ۳). به‌طور میانگین در سطوح مختلف رژیم آبیاری اکوتیپ شربیان دارای بیشترین و اکوتیپ چومالو دارای کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۳).

وزن خشک اندام هوایی

اعمال رژیم‌های مختلف آبیاری، اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری (p<۰/۰۱) بر وزن خشک اندام هوایی بوته‌ها داشتند (جدول ۲). افزایش سطح تنش آبیاری بر روی وزن خشک اندام‌های هوایی شامل برگ، ساقه و کل گیاه اثر گذاشت، به‌طوری که حتی در شرایط تنش ملایم نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری در وزن خشک اندام‌های هوایی مشاهده شد (جدول ۳). کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی با افزایش شدت تنش، احتمالاً به‌دلیل کمبود آب و بسته‌شدن روزنه‌ها و درنتیجه کاهش فتوسنتز در گیاه صورت می‌گیرد. اگرچه این صفت تحت‌کنترل ژنتیکی است ولی شدیداً تحت‌تأثیر محیط نیز قرار دارد. در شرایط تنش خشکی، دهیدراتاسیون و کاهش حجم سلولی در شاخه‌ها بیشتر از ریشه‌ها می‌باشد. لذا تحت این شرایط ذخایر فتوسنتزی بیشتری به ریشه‌ها اختصاص داده می‌شود و وزن اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد، گیاه بیشتر انرژی خود را صرف حفظ و بقا در شرایط تنش می‌کند و درنتیجه رشد و توسعه سلولی خود را کند و در شدیدترین حالت تنش متوقف می‌کند (۶). سپهوند و اشرف جعفری (۲۰) نیز طی بررسی تنش خشکی بر عملکرد و کیفیت علوفه ۱۴ توده بومی گاودانه دریافتند که عملکرد علوفه تحت‌تأثیر منفی افزایش سطح تنش آبیاری قرار گرفته است و بین توده‌های بومی مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج آزمایش حاضر در خصوص کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی با نتایج گزارش‌شده توسط چائی‌چی و همکاران (۵) در نخودسیاه، ضابط و همکاران (۲۱) در ماش و امیری ده‌احمدی و همکاران (۴) در نخود تطابق دارد.

در شرایط آبیاری تنش ملایم اکوتیپ‌های داش‌بلاغ، آل‌هاشم و بایقوت بیشترین حساسیت را به کاهش آبیاری نسبت به محیط شاهد نشان دادند و ارتفاع آن‌ها به‌ترتیب حدود ۴۶/۱، ۴۵/۷ و ۴۲/۸ درصد کاهش یافت ولی اکوتیپ‌های گلوجه و الند کمترین حساسیت را به کاهش آبیاری نشان دادند و وزن خشک اندام‌های هوایی آن‌ها به‌ترتیب حدود ۲۱ و ۲۳/۳ درصد کاهش یافت. در رژیم آبیاری تنش شدید اکوتیپ‌های آل‌هاشم، ساربانلار، بایقوت و داش‌بلاغ بیشترین حساسیت را به کاهش آبیاری نسبت به محیط شاهد نشان دادند و وزن خشک اندام‌های هوایی به‌ترتیب حدود ۶۸، ۶۵/۲، ۶۲ و ۶۱/۵ درصد کاهش یافت ولی اکوتیپ‌های الند و گلوجه کمترین حساسیت را به کاهش آبیاری نشان دادند و وزن خشک اندام‌های هوایی آن‌ها به‌ترتیب حدود ۲۷/۱ و ۲۹/۷ درصد کاهش یافت.

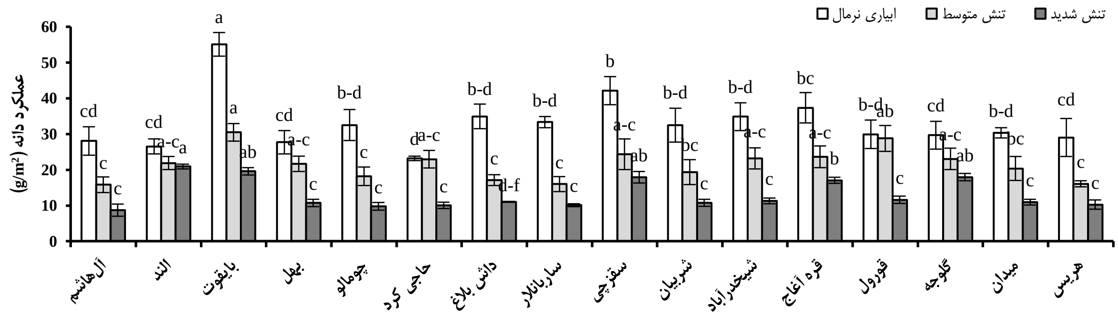
به‌طور کلی در شرایط تنش شدید اکوتیپ‌های الند، قره‌آغاج، گلوجه، میدان، بهل و بایقوت بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی را تولید کردند، از طرف‌دیگر در شرایط آبیاری شاهد اکوتیپ‌های قره‌آغاج و بایقوت تولید وزن خشک اندام‌های هوایی بالایی را نشان دادند (نمودار ۶)، لذا باتوجه به امکان استفاده از گیاه گاودانه به‌عنوان علوفه دام، اکوتیپ‌های قره‌آغاج و بایقوت به‌عنوان بهترین اکوتیپ‌ها با پتانسیل عملکرد علوفه بالا و متحمل به خشکی شناخته شدند و امکان گزینش در بین اکوتیپ‌های مزبور برای مقاومت به خشکی وجود دارد.



شکل ۶- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی اکوتیپ‌های گاودانه در رژیم‌های مختلف آبیاری
(در هر رژیم آبیاری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند)
Figure 6. Means comparisons for biomass of bitter vetch ecotypes in each irrigation regime

عملکرد دانه

اثر رژیم‌های متفاوت آبیاری، اکوتیپ‌های گاودانه و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه در کرت معنی‌دار بود (جدول ۲) ($p<0/01$). در شرایط تنش ملایم و شدید مقدار کاهش عملکرد نسبت به آبیاری شاهد به‌طور میانگین به‌ترتیب حدود ۳۵ و ۶۰/۵ درصد بود (جدول ۳). کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی توسط چائی‌چی وهمکاران (۵)، ضابط و همکاران (۲۱) و امیری ده‌احمدی و همکاران (۴) نیز گزارش شده است. عملکرد ژنوتیپ‌ها، نتیجه واکنش‌های سازگاری آن‌ها به شرایط اقلیمی و زراعی مناطق مختلف رویش آن‌ها می‌باشد (۳)، بنابراین همان‌طور که انتظار می‌رود تنوع وسیعی میان اکوتیپ‌ها از نظر عملکرد وجود دارد. کمبود آب و درجه حرارت‌های بالا احتمالاً از عوامل عمده کاهش شدید عملکرد در شرایط تنش خشکی است (۱۰). واکنش اکوتیپ‌های مختلف گاودانه از لحاظ صفت عملکرد دانه در کرت نسبت به شیب کاهش آبیاری متفاوت بود. در این آزمایش در شرایط آبیاری شاهد: اکوتیپ‌های بایقوت و سقزچی، در شرایط تنش ملایم: اکوتیپ‌های بایقوت، قوروال، سقزچی، قره‌آغاج، شیخدرآباد، گلوجه، حاجی‌کرد، الند و بهل در تنش ملایم و در شرایط تنش شدید: اکوتیپ‌های الند، بایقوت، گلوجه و سقزچی پرتولیدترین اکوتیپ‌های مورد بررسی بودند (نمودار ۷). اکوتیپ‌های الند، بایقوت، گلوجه و سقزچی توانستند با داشتن ارتفاع ساقه بلندتر و تولید تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته بیشتر برتری خود را نسبت به سایر اکوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی به اثبات برسانند.



شکل ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه اکوتیپ‌های گاودانه در رژیم‌های مختلف آبیاری

(در هر رژیم آبیاری، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند)

Figure 7. Means comparisons for grain yield of bitter vetch ecotypes in each irrigation regime

همان‌طور که گفته شد این اکوتیپ‌ها مقادیر بالاتری از تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته را در شرایط تنش داشتند که موجب به‌وجودآمدن یک مخزن قوی برای استفاده از آسیمیلات‌های سنتزشده توسط برگ‌ها و یا ذخیره‌شده در ساقه می‌شوند. اکوتیپ‌های الند و گلوجه علی‌رغم تولید مقدار دانه زیاد در شرایط تنش، محصول قابل‌قبول در شرایط آبیاری شاهد تولید نکردند، در صورتی که اکوتیپ‌های بایقوت و سقزچی بیشترین تولید مقدار دانه در شرایط آبیاری شاهد را نیز نشان دادند و دارای سازگاری به شرایط آبیاری مطلوب و تنش بودند. باتوجه به اینکه ژنوتیپ‌هایی که در شرایط آبیاری مناسب و آبیاری محدود، عملکرد یکسانی داشته باشند یا حداقل اختلاف عملکرد آن‌ها کم باشد نسبت به خشکی دارای مقاومت نسبی هستند (۱)، بنابراین اکوتیپ‌های بایقوت و سقزچی به‌عنوان بهترین اکوتیپ‌های با پتانسیل تولید بالا و متحمل به خشکی شناخته شدند و می‌توان از این اکوتیپ‌ها در برنامه‌های آتی دو رگ‌گیری در جهت افزایش عملکرد و مقاومت به خشکی استفاده کرد.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد تنوع ژنتیکی در اکوتیپ‌های گاودانه مورد مطالعه از نظر مقاومت به تنش خشکی وجود داشت و زمینه‌ای مناسب برای اصلاح را فراهم می‌آورد. از این یافته‌ها می‌توان استنباط نمود که در انتخاب اکوتیپ‌های گاودانه برای شرایط خشکی به‌عنوان علوفه دام باید به صفت ارتفاع بوته توجه شود. اکوتیپ‌های قره‌آغاج و بایقوت با تولید وزن خشک اندام هوایی بیشتر نسبت به سایر اکوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط مطلوب و تنش خشکی، برتری داشتند. به‌منظور گزینش اکوتیپ‌های گاودانه برای شرایط خشکی برای مصرف دانه باید به صفات ارتفاع ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته توجه گردد و اکوتیپ‌های بایقوت و سقزچی با تولید عملکرد دانه بیشتر نسبت به سایر اکوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط مطلوب و تنش خشکی، برتری داشتند و می‌توانند به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل به خشکی در برنامه‌های به‌نژادی آینده مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

1. Abd Mishani, C. and J. Jafari Shabestari. 1988. Evaluation of wheat cultivars for drought resistance. Iranian Journal of Agriculture Science, 19(1-2): 37-43 (In Persian).
2. Abdullah, A.Y., M.M. Muwalla, R.I. Qudsieh and H.H. Titi. 2010. Effect of bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds as a replacement protein source of soybean meal on performance and carcass characteristics of finishing Awassi lambs. Tropical Animal Health and Production, 42: 293-300.
3. Ahmadi, A. and D.A. Baker. 2000. Stomatal and nonstomatal limitations of photosynthesis under water stress conditions in wheat plant. Iranian Journal of Agriculture Science, 31(4): 813-825 (In Persian).
4. Amiri Deh Ahmadi, S.R., M. Parsa and A. Gangali. 2011. The effects of drought stress at different phenological stages on morphological traits and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under greenhouse conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(1): 157-166 (In Persian).
5. Chaichi, M.R., M. Rostamza and K. Sadat Esmaeilan. 2004. Tolerance evaluation of chichpea accessions to drought stress under different irrigation systems during generative growth stage. Journal of Agricultural Science and Natural Resource, 10(4): 55-64 (In Persian).
6. Edalati Fard, L., S. Galeshi, A. Soltani and F. Akram Ghaderi. 2007. The role of morphophysiological traits in drought tolerance of cotton genotypes. Journal of Agricultural Science and Natural Resource, 13(2) (In Persian).
7. Fakhre Vaezi, A. 2013. Evaluation of yield stability and adaptability of vetch varieties (*Vicia ervilia*) in dryland conditions. Journal of Agricultural Science and Natural Resource, 15: 51-55 (In Persian).

8. Fathi Rezaee, V., M. Valizadeh, Kh. Alizadeh and S. Zehtab Salmasi. 2006. Evaluation of bitter vetch lines under irrigated and rainfed conditions. Journal of Sustainable Agricticulture and Production, 2/20(1): 23-37 (In Persian).
9. Ganjali, A. and A. Bagheri. 2011. Evaluation of morphological characteristics of root chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to drought stress. Iranian Journal of Pulses Research, 1(2): 101-110 (In Persian).
10. Ganjali, A., A. Bagheri and H. Porsa. 2010. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm for drought resistance. Iranian Journal of Field Crops Research, 7(1): 183-194 (In Persian).
11. Haddad, S.G. 2006. Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs-livestock. Science, 99: 221-225.
12. Huang, B. 2000. Role of root morphological and physiological characteristics in drought resistance of plant. In: R.E. Wilkinson (ed) Plant Environmental Interaction, Marcel Dekker Inc, New York, USA, 39-40 pp.
13. Manavalan, L.P., S.K. Gutikonda, L.S.P. Tram and H.T. Nguyen. 2009. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soyebean. Plant Cell Physiology, 50: 1260-1276.
14. Rastegar, M.A. 2005. Forage crops production. Brrahmand Publisher, Tehran, Iran, (In Persian).
15. Razmazar, V., N.M. Torbatinejad, J. Seifdavati and S. Hassani. 2012. Evaluation of chemical characteristics, rumen fermentation and digestibility of *Vicia sativa*, *Lathyrus sativus* and *Vicia ervilia* grain by *in vitro* methods. Journal of Animal Science Researches, 22(2): 107-119 (In Persian).
16. Sadeghi, G.H., J. Pourreza, A. Samei and H. Rahmani. 2009. Chemical composition and some anti-nutrient content of raw and processed bitter vetch (*Vicia ervilia*) seed for use as feeding stuff in poultry diet. Tropical Animal Health and Production, 41: 85-93.
17. Sahhafi, S.R. and B. Maleki Zanjani. 2016. Analysis of geneticvariation for morphological and agronomictraits in bitter vetch landraces. The 2nd international and 14th National Iranian Crop Science Congress, Rasht, Iran, 1-5 (In Persian).
18. Salehi, M., A. Haghnazari, F. Shekari and A. Faramarzi. 2006. Factor analysis of yield, yield components and some effective characters for drought resistance in lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Agroecology, 2(4): 71-86 (In Persian).
19. Saxena, M.P. 2003. Manangement of agricultural drought: Agronomicand geneticoptions. Science Publishers, INC, India.
20. Sepahvand, A. and A. Ashraf Jafari. 2014. Study for yield and quality traits in 14 domesticpopulations of bitter vetch (*Vicia ervilia*) in optimum and dry condition in Khoramabad, Iran. Agronomy Journal, 102: 20-30 (In Persian).
21. Zabet, M., A.H. Hosein Zade, A. Ahmadi and F. Khialparast. 2003. Effect of water stress on different traits and determination of the best water stress index in mung bean (*Vigna radiate*). Iranian Journal of Agriculture Science, 34 (4): 889-898 (In Persian).

Evaluation of Drought Resistance of Bitter Vetch Ecotypes in Rafsanjan, Iran

Mohadeseh Ghanipour Govarki[1], Seyyed Rasoul Sahhafi[2], Aliakbar Mohammadi Mirik[3] and Asghar Rahimi[4]

1- M.Sc. Student of Vali-e-Asr University of Rafsanjan
2- Assistant Professor of Vali-e-Asr University of Rafsanjan,
(Corresponding author: s.r.sahhafi@vru.ac.ir)
3 and 4- Assistant Professor and Associate Professor of Vali-e-Asr University of Rafsanjan
Received: January 11, 2019 Accepted: May 26, 2019

Abstract

The aim of this research was to assessment of drought tolerance in bitter vetch (*Vicia ervilia* L.) ecotypes. For this purpose, 16 ecotypes collected from four provinces (East Azerbaijan, West Azerbaijan, Ardabil and Zanjan) of Iran, were evaluated using randomized complete block design with four replications in three separate experiments (60, 90 and 120 mm water evaporation from A pan) during 2017-2018 growing season in the Research Field of Faculty of Agriculture at Vali-e-Asr University of Rafsanjan. The result of combined analysis of variance showed there were significant differences at 1% level between the ecotypes for all traits except thousand kernel weight in their reaction to drought stress. Drought stress caused decrease in stem height, root length, pod number per plant, seed number per pod, seed number per plant, biomass and grain yield, significantly. Ecotype Byghout produced the most biomass (by an average of 82.345 g/m^2) and grain yield (by an average of 35.038 g/m^2) over all irrigation levels. Means comparisons showed that ecotypes Ghareaghaj and Byghout (respectively) was more stable in biomass production as well as ecotypes Byghout and Saghazchi (respectively) was more stable in grain yield production across all irrigation levels. In general, these ecotypes that were less affected by drought stress can be used as promising genotypes in future breeding programs with the objective of enhanced drought resistance.

Keywords: Bitter Vetch, Drought Stress, Grain Yield, Resistance