مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۵، شماره ۴، سال ۱۳۸۸

پاسخ رشد رویشی دانهال‌های جوان پنج رقم بادام به تنش کم‌آبی

Vegetative Growth Response of Young Seedlings of Five Almond Cultivars to Water Deficit

سیداصغر موسوی[۱]، مریم تاتاری[۲]، عبدالمحمد محنت‌کش[۱] و بیژن حقیقی[۳]

۱- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهار محال و بختیاری، شهرکرد
۲- کارشناس ارشد، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۳- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، شهرکرد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۷/۲

چکیده

موسوی، س. ا.، تاتاری، م.، محنت‌کش، ع.، و حقیقی، ب. ۱۳۸۸ پاسخ رشد رویشی دانهال‌های جوان پنج رقم بادام به تنش کم‌آبی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۵:** ۵۶۷ - ۵۵۱.

کمبود آب مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. در این پژوهش اثر کم آبی بر صفات مختلف رویشی پنج رقم بادام در آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ مورد بررسی قرار گرفت. چهار دور آبیاری بر اساس ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A، به عنوان کرت اصلی و دانهال‌های پنج رقم بادام مامایی، ربیع، سفید، شاهرود ۱۲ و شاهرود ۲۱ به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. بذر این ارقام در پاییز در کیسه‌های پلاستیکی کاشته و در شرایط طبیعی جوانه زدند. حدود دو ماه بعد از سبز شدن، دانهال‌های یکنواخت از نظر قطر ساقه و ارتفاع انتخاب شدند و در گلدان‌های پلاستیکی به قطر۳۰ و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر برای مدت ۱۲۰ روز تحت تاثیر دوره‌های مختلف آبیاری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش دور آبیاری، صفات رویشی نظیر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد میانگره، تعداد شاخه‌های فرعی، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی و ریشه کاهش معنی‌داری داشتند، ولی طول میانگره و نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه کاهش معنی‌داری نشان ندادند. دانهال‌ها از نظر ارتفاع، قطر ساقه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح برگ، تعداد میانگره و وزن خشک اندام هوایی به ریشه تفاوت معنی‌داری داشتند، به طوری که با افزایش دور آبیاری، وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در ارقام شاهرود۱۲، ربیع، سفید، مامایی و شاهرود ۲۱ کاهش یافت. با افزایش دور آبیاری، میزان نیتروژن و پتاسیم برگ و نیتروژن ریشه افزایش معنی‌داری را نشان دادند. به طور کلی با افزایش دور آبیاری، رشد رویشی به ترتیب در دانهال‌های ارقام شاهرود ۲۱، مامایی، سفید، ربیع و شاهرود ۱۲، کاهش بیشتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بادام (*Prunus dulcis*)، دانهال، آبیاری، تحمل، خشکی، صفات رویشی.

نویسنده مسئول: asgharmousavi@yahoo.com

مقدمه

درخت بادام (*Prunus dulcis*) گیاهی است از خانواده روزاسه (Rosaceae) و زیر خانواده پرونوئیده (Prunoideae) و بومی فلات ایران است. در ایران عمدتاً از بذور بادام تلخ به عنوان پایه استفاده می‌شود، در صورتی که در کشورهای دیگر علاوه بر پایه‌های بذری بادام تلخ، از بذر ارقام شناخته شده نیز به عنوان پایه استفاده می‌شود (Radnia, 1995).

جرمانا (Germana, 1997) آزمایشی را بر روی عکس‌العمل تعدادی ارقام و ژنوتیپ‌های بادام به تنش کم آبی انجام داد و گزارش کرد در اثر تنش کم آبی پارامترهایی از جمله پتانسیل آب برگ، سرعت تبخیر و تعرق، ضریب هدایت روزنه‌ای، سطح برگ، وزن برگ، وزن مخصوص برگ، طول شاخه، تعداد و تراکم برگ کاهش می‌یابد ولی عکس‌العمل ارقام متفاوت است و بعضی از ارقام مقاومت بیشتری را به تنش کم آبی نشان می‌دهند.

تورسیلاس و همکاران (Torrecillas *et al.*, 1996) عوامل مؤثر در مقاومت به خشکی در برگ‌های دو رقم بادام را بررسی و بیان کردند که کاهش ضریب هدایت برگی و تبادلات گازی ارتباط نزدیکی با کاهش پتانسیل آب برگ داشت، به طوری‌که با افزایش پتانسیل آب برگ (افزایش فشار تورژسانس سلول‌های برگ)، ضریب هدایت برگ‌ها به طور خطی افزایش یافت. در اثر تنش کم آبی یا محدودیت آبیاری، رشد رویشی شامل رشد طولی، رشد قطری و سطح برگ کاهش می‌یابد. همچنین پارامترهای فیزیولوژیکی شامل هدایت روزنه‌های برگی، کربن‌گیری و فتوسنتز کاهش نشان می‌دهد (Shakel *et al.*, 2000).

دی هرالد و همکاران (De Herralde *et al.*, 1999) تفاوت دو رقم بادام لوران (Lauranne) و ماسباورا (Masbovera) را از نظر مقاومت به خشکی بررسی و گزارش کردند که رقم ماسباورا دارای تطابق اسمزی، پتانسیل آب بیشتر، سرعت تبخیر و تعرق کمتر، سرعت فتوسنتز بالاتر، کارایی مصرف آب بالاتر و مقاومت هیدرولیکی ریشه پائین‌تری در مقایسه با رقم لوران بود و توصیه کردند که رقم ماسباورا سازگاری بهتری با شرایط بدون آبیاری در شرایط اقلیمی مدیترانه‌ای دارد. دی هرالد (De Herralde, 2000) تحمل به خشکی را در هشت رقم تجاری بادام در شرایط گلدانی بررسی و گزارش کرد که ارقام از نظر کاهش پتانسیل آب برگ، محتوی آب گیاه، کارایی مصرف آب، سرعت فتوسنتز و رشد رویشی تفاوت نشان دادند. در پژوهشی مشخص شد کلیه ارقام بادام مورد مطالعه در شرایط آبیاری، فتوسنتز بیشتری را نسبت به شرایط بدون آبیاری دارند (Gomes *et al.*, 2006).

مکانیزم‌های لازم برای بقاء درختان میوه از جمله بادام در شرایط تنش خشکی شامل تحمل و اجتناب است. اجتناب از تنش خشکی شامل

بستن روزنه‌ها، تغییر در سطح برگ و ریزش برگ است و تحمل تنش خشکی در نتیجه تطابق اسمزی و تغییراتی در خاصیت الاستیکی بافت‌ها می‌باشد (De Herralde, 2000). بادام سازگاری‌های فیزیولوژیکی ومرفولوژیکی برای بقاء را در شرایط تنش کم آبی از خود نشان می‌دهد ولی درجه سازگاری به خشکی در بین ارقام مختلف متفاوت است (Sanchez *et al.*, 1993). استفاده از تنوع ژنتیکی موجود از طریق انتخاب ژنوتیپ‌ها یا ارقام متحمل به خشکی از طریق کنترل آبیاری در مزرعه و یا شرایط کنترل شده و گلخانه انجام می‌شود. در واقع استفاده از تنوع ژنتیکی موجود ساده‌ترین راه در اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی است، زیرا مقاومت به خشکی یک صفت کمی است که توسط چند ژن کنترل می‌شود، بنابراین روش گزینش نسبت به سایر روش‌های اصلاح، زودتر به نتیجه می‌رسد (Safarnejad, 2002). بادام به دلیل تحمل به خشکی و شرایط کم آبی و همچنین تحمل به خاک‌های آهکی، عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشت می‌شود. در مناطق مدیترانه‌ای نظیر اسپانیا نیز عمدتاً به صورت دیم کاشته می‌شود (Girona *et al.*, 1998). این پژوهش به منظورمقایسه تحمل به خشکی در دانهال‌های پنج رقم تجاری بادام و تعیین پایه مناسب در استان چهارمحال وبختیاری اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی مقدماتی تحمل به خشکی در دانهال‌های بذری پنج رقم تجاری بادام در استان چهارمحال وبختیاری، در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲، آزمایشی در ایستگاه چهارتخته مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال وبختیاری، به مدت یک سال اجرا شد. در شرایط این ایستگاه، حداقل دما در زمستان و حداکثر دما در تابستان به ترتیب ۲۷/۴- و۳۸/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی و رطوبت نسبی به ترتیب ۳۱۵ میلی متر و ۴۷ درصد است. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به روش کشت گلدانی در شرایط طبیعی اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل چهار دور آبیاری بود که به صورت T1: ۲۰ میلی‌متر، T2: ۴۰ میلی‌متر، T3: ۶۰ میلی‌متر و T4: ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A تنظیم شد. تیمار ۲۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A، به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد.کرت‌های فرعی شامل نهال‌های بذری پنج رقم مامایی، سفید، ربیع، شاهرود ۱۲ و شاهرود ۲۱ بودند که جزء ارقام مهم و مناسب منطقه هستند. ابتدا بذر این ارقام تهیه و به مدت ۲۴ ساعت در آب معمولی خیسانده شد و به تعداد ۶۰۰ عدد بذر از هر رقم در آذرماه در محیط کاشت شامل شن+ ماسه بادی+ خاک زراعی به نسبت ۱:۲:۲ به تعداد سه بذر از هر رقم در هر کیسه پلاستیکی به ابعاد ۲۵×۲۰ سانتی‌متر کاشته شد و به منظور شکستن

رکود در فضای آزاد قرار داده شدند. این بذرها در فروردین ماه جوانه زده و سبز شدند. دو ماه پس از سبزشدن، از هر رقم تعداد ۷۲ نهال یکنواخت از نظر قطر ساقه و ارتفاع انتخاب و به منظور اجرای آزمایش در داخل گلدان‌هایی به قطر ۳۰ و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر کاشته شدند. در داخل هر گلدان سه اصله نهال و در هر تکرار دو گلدان قرار داشت. بافت خاک در گلدان‌های مورد استفاده ترکیبی از دو قسمت خاک زراعی+ یک قسمت شن الک شده + یک قسمت کود دامی پوسیده (۲: ۱: ۱) بود. نمونه خاک گلدان‌ها مورد آزمایش قرار گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مشخص شد.

رطوبت خاک، به روش وزنی و با برداشتن حدود ۲۵۰-۲۰۰ گرم خاک قبل و بعد از آبیاری اندازه‌گیری شد. رطوبت خاک گلدان‌های زهکش دار، به طور متوسط بعد ازاولین آبیاری بین ۲۹٪ تا ۲۷٪ متغیر بود ولی رطوبت خاک گلدان‌ها قبل از آبیاری به ترتیب در تیمارهای T1 (۲۰ میلی‌متر تبخیر)، T2 (۴۰ میلی‌متر تبخیر)، T3 (۶۰ میلی‌متر تبخیر) و T4 (۸۰ میلی‌متر تبخیر)، ۱۵/۵٪ ، ۱۳٪ ، ۱۰٪ و ۷٪ بود.

نهال‌ها برای مدت ۱۲۰ روز از ۱۰ خرداد (اول ژوئن) تا ۱۰ مهر (آخر سپتامبر) تحت تیمار آبیاری قرار داشتند و تعداد و میزان آب آبیاری در این مدت محاسبه شد. میانگین ماهیانه تبخیر در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور به ترتیب ۸/۸۳، ۱۰/۴۳، ۹/۹۴ و ۸/۰۸ میلی‌متر بود. به منظور محاسبه تعداد آب آبیاری، مجموع تبخیر در طی ماه مورد نظر محاسبه و بر میزان تبخیر در هر تیمار آبیاری در آن ماه تقسیم شد. از حاصل ضرب تعداد آب آبیاری در عمق آبیاری، میزان آب آبیاری در هر تیمار به دست آمد. لازم به ذکر است، عمق آبیاری به صورت زیر محاسبه شد:

$$H= (FC-d) \times D \times BD/100$$

H: عمق آب آبیاری (سانتی‌متر)

FC: ظرفیت زراعی (درصد وزنی)

d: درصد رطوبت وزنی خاک گلدان قبل از آبیاری در هر تیمار آبیاری

D: عمق ریشه (۳۵ سانتی‌متر)

BD: وزن مخصوص ظاهری خاک

در پایان آزمایش، صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، سطح برگ، تعداد میانگره، طول میانگره، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه‌ها، عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در بافت‌های برگ و ریشه اندازه‌گیری شد.

ارتفاع نهال (رشد طولی) از سطح خاک گلدان با استفاده از متر در شش نهال (دو گلدان در هر واحد آزمایشی) اندازه‌گیری شدند. رشد قطری توسط کولیس با دقت یک صدم میلی‌متر از ارتفاع دو سانتی‌متری سطح خاک درون گلدان‌ها اندازه‌گیری شد.. در پایان آزمایش از میانگین۲۴ عدد برگ از دوگلدان (مجموع سه نهال در هر گلدان)، برگ‌های بالغ و سالم واقع

در گره‌های پنجم و ششم انتهای ساقه اصلی انتخاب و سطح برگ آن‌ها به کمک دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل CI-202) محاسبه شد. طول و تعداد میانگره و همچنین تعداد شاخه‌های فرعی نیز در تیمارها اندازه‌گیری شد.

قبل از برداشت نهال‌ها، به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، اندام هوایی (شاخ و برگ) و ریشه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شده و سپس وزن شدند. برای اندازه‌گیری عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، نمونه‌های برگ و ریشه که در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت خشک شده بودند، آسیاب شدند. تهیه عصاره به طریق هضم مرطوب (Wet digestion) با استفاده از اسید سولفوریک (H_2SO_4)، اسید سالیسیلیک ($C_7H_6O_3$) و آب اکسیژنه (H_2O_2) انجام شد (Emami, 1996). اندازه‌گیری نیتروژن کل به روش کجلدال، اندازه‌گیری فسفر به روش کالری متری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، اندازه‌گیری پتاسیم به روش نشر شعله‌ای با استفاده از دستگاه فلایم فتومتر و اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمی انجام شد (Emami, 1996).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده در گلدان‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج حاصل از محاسبه تعداد و میزان آب آبیاری در ماه‌های خرداد (ژوئن)، تیر (جولای)، مرداد (آگوست) و شهریور (سپتامبر) به تفکیک تیمار آبیاری، در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر آبیاری بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد میانگره، تعداد شاخه‌های فرعی، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی‌داری داشت، ولی بر نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه و نیز بر طول میان گره تأثیر معنی‌داری نشان نداد. دانهال‌های بذری ارقام از نظر ارتفاع گیاه، قطر ساقه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه در سطح آماری ۱٪ و در صفات تعداد میانگره، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی به ریشه در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بودند، ولی از نظر طول میانگره و تعداد شاخه‌های فرعی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. اثر متقابل دانهال‌های بذری ارقام و تیمار آبیاری فقط از نظر رشد قطری ساقه در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود و در دیگر صفات اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ایی دانکن نشان داد که با افزایش دور آبیاری شاخص‌های رشد نظیر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد میانگره، تعداد شاخه فرعی و سطح برگ کاهش معنی داری یافتند (شکل‌های ۲ تا ۵).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان‌ها

Table 1. Physical and chemical characteristics of pot soil

درصد اشباع Soil saturalion	حجمی	38	Sand (%) درصد شن	50.20	
	وزنی	23.45	Silt (%) درصد لای	26.80	
آب قابل استفاده Ava. W. Cont.	حجمی	10.40	Clay (%) درصد رس	23.00	
	وزنی	6.42	Soil texture بافت خاک	Sandy Clay Loam	
نقطه پژمردگی دائم Per. Wilting point	حجمی	15.86	وزن مخصوص ظاهری خاک Soil bulk density (gcm^3)	1.62	
	وزنی	25.60	Organic carbon (%) کربن آلی	1.37	
ظرفیت زراعی Field capacity	حجمی	36.10	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($E.C\times10^3$)	1.44	
	وزنی	22.22	pH اسیدیته	7.41	
نیتروژن کل N%	حجمی	0.19	پتاسیم قابل جذب Absorbable potassium (p.p.m)	832.10	
فسفر قابل جذب Absorb. P (ppm)	وزنی	172.40	(T.N.V%) درصد مواد خنثی شونده	33.60	

جدول ۲- تعداد آبیاری و میزان آب آبیاری برای هر تیمار در ماه‌های مختلف

Table 2. Number of irrigation and irrigation content for each treatment in different months

		تیمار آب آبیاری Irrigation treatment							
		T1 (20 mm)		T1 (40 mm)		T1 (60 mm)		T1 (80 mm)	
Month	ماه	تعداد آبیاری Number	میزان آبیاری Content (mm)	تعداد آبیاری Number	میزان آبیاری Content (mm)	تعداد آبیاری Number	میزان آبیاری Content (mm)	تعداد آبیاری Number	میزان آبیاری Content (mm)
June	خرداد	14	530.6	7	365.4	5	346.0	3	258.6
July	تیر	16	606.4	8	417.6	5	346.0	4	344.8
August	مرداد	15	568.5	8	417.6	5	346.0	4	344.8
September	شهریور	13	492.7	6	313.2	4	276.8	3	258.6
Total	جمع	58	2198.2	29	1513.8	19	1314.8	14	1206.8

با افزایش دور آبیاری سطح برگ کاهش بسیار معنی‌داری را نشان داد. کاهش سطح برگ یکی از مکانیزم‌هایی است که گیاهان و از جمله بادام برای فرار از خشکی و کاهش اثر تنش کم آبی دارند. با کاهش سطح برگ میزان تبخیر و تعرق کاهش می‌یابد و در نتیجه

بقاء گیاه در شرایط کم آبی افزایش می‌یابد (Parsons, 1980). کاهش سطح برگ تحت تأثیر تنش کم آبی در زیتون (Arji and Arzani, 1998) و بادام (Torrecillas *et al.*, 1996؛ Germana, 1997؛ Taheri *et al.*, 1999؛ Girona *et al.*, 1998) گزارش شده است. تنش کم آبی با کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فعالیت پروتوپلاسم، موجب کاهش فتوسنتز و در نهایت باعث کاهش رشد گیاه می‌شود. افزایش دور آبیاری منجر به ایجاد تنش شده و این تنش به طور غیرمستقیم از طریق بسته شده روزنه‌ها و کاهش سطح برگ، فعالیت فتوسنتز را کاهش می‌دهد که در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی، وزن خشک شاخ و برگ کاهش می‌یابد (Hsiao, 1993). جرمانا (Germana, 1997) کاهش سطح برگ، طول شاخه و وزن برگ را در ارقام و ژنوتیپ‌های بادام تحت تأثیر تنش کم آبی گزارش کرد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کاهش سطح برگ به عنوان مکانیزمی در جهت فرار از خشکی در بادام گزارش شده است (De Herralde, 2000).

تأثیر تیمار آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه در دو گروه قرار گرفتند، دور آبیاری بر اساس ۲۰ و ۴۰ میلی‌متر در کلاس a و دورهای آبیاری بر اساس ۶۰ و ۸۰ میلی‌متر در کلاس b قرار گرفتند (شکل ۶).

تنش کم آب ممکن است به طور مستقیم فتوسنتز را از طریق اثرگذاری بر فرآیندهای فتوشیمیایی در برگ و به صورت غیرمستقیم از طریق بسته شدن روزنه‌ها و کاهش سطح برگ، تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش رشد شود. تنش آبی همچنین منجر به افزایش میزان تنفس در گیاه شده و در صورت تشدید تنش آبی، میزان مصرف کربوهیدرات‌ها در گیاه افزایش یافته و در نتیجه رشد کاهش می‌یابد و هرچه شدت تنش کم آبی بیشتر باشد این کاهش بیشتر خواهد بود (Hsiao, 1993).

کاهش ارتفاع گیاه (رشد طولی)، قطر ساقه (رشد قطری)، وزن تر و خشک اندام هوایی تحت تأثیر دورهای مختلف آبیاری یا تنش آبی در سیب (Treder *et al.*, 1997)، زیتون (Arji and Arzani, 1998) و بادام (Torrecillas *et al.*, 1996؛ Germana, 1997؛ Taheri *et al.*, 1999؛ Girona *et al.*, 1998) گزارش شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

ارزانی و ارجی (Arzani and Arji, 1999) واکنش گیاهان جوان زیتون را به تنش آبی و کاهش آبیاری بررسی و گزارش کردند که با کاهش آبیاری (افزایش تنش آبی)، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، سطح برگ، رشد قطری، وزن تر و خشک شاخه، برگ و ریشه کاهش معنی‌داری نشان داد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. تنش آبی در گیاه، سبب افزایش هورمون آبسایسیک اسید (ABA) و کاهش ایندول استیک اسید (IAA) و سایتوکنین (CK)

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمار آبیاری و ژنوتیپ بر صفات مختلف رویشی بادام

Table 3. Analysis of variance for effect of irrigation regime and genotype on different vegetative traits of almond

			Mean square میانگین مربعات								
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد میانگره Number of internodes	طول میانگره Length of internodes	تعداد شاخه‌های فرعی Number of branches	سطح برگ Leaf area	وزن‌خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن‌خشک اندام‌هوایی/ ریشه Shoot dry weight to root dry weight rate
Irrigation (I)	آبیاری	3	2094.84**	13.79**	272.78**	3.64^{ns}	5.92**	8517.09**	175.13**	123.59**	0.10^{ns}
Error	خطا	8	39.64	0.15	11.59	2.35	0.16	228.10	5.61	8.95	0.10
Genotype (G)	ژنوتیپ	4	159.52**	1.49**	58.73*	6.25^{ns}	0.39^{ns}	587.39*	55.46**	43.71**	0.20*
I×G	دور آبیاری×ژنوتیپ	12	42.47^{ns}	0.26*	7.78^{ns}	2.84^{ns}	0.24^{ns}	160.63^{ns}	6.37^{ns}	3.54^{ns}	0.08^{ns}
Error	خطا	32	34.68	0.11	16.94	2.95	0.38	218.45	3.61	4.28	0.86
C.V. %	ضریب تغییرات		11.18	6.87	26.40	22.66	27.87	20.77	27.55	28.13	28.45

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

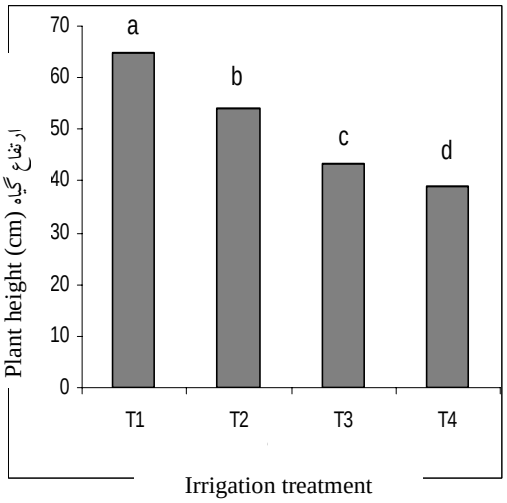
**, * and ns: Significant at 1% and 5% probability levels and not significant, respectively.

می‌شود که ممکن است منجر به کاهش رشد نسبت به شرایط طبیعی شده و در نتیجه تاج درخت کوچک تر و گیاهان کوچک تر نسبت به گیاهان طبیعی می‌شوند. شاید یکی از علل کاهش رشد در شرایط تنش آبی بر هم خوردن تعادل هورمونی گیاه باشد (Seeley, 1990). کاهش وزن خشک، سطح برگ و قطر ساقه در نهال‌های بذری بادام تلخ تحت تأثیر تنش آبی گزارش شده است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (Fouad *et al.*, 1991).

بر اساس مشاهدات انجام شده، ریزش برگ در دانهال‌های ارقام بادام که با دور آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A آبیاری شدند، اتفاق افتاد. در این دور آبیاری برگ های مسن در پائین نهال‌ها ریزش کردند. این ریزش برگ نیز یکی از مکانیزم‌های گیاه در شرایط کم آبی است که برای بقاء خود اقدام به ریزش برگ های مسن که عمدتاً مصرف کننده هستند می‌کند(Rieger and Duemmel, 1992؛ Torrecillas *et al.*, 1996).

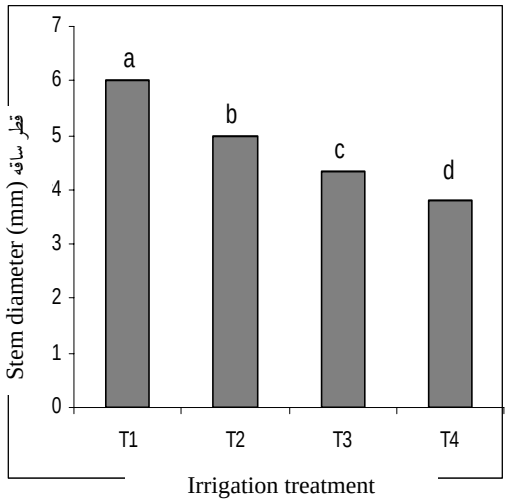
دانهال‌های بذری ارقام نیز از نظر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و تعداد میان گره با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۴). با اعمال تیمارهای مختلف آبیاری، بیشترین ارتفاع گیاه در دانهال بذری رقم شاهرود ۱۲ با میانگین ۵۸/۲۴ سانتی متر و کمترین آن در دانهال بذری ارقام سفید و شاهرود ۲۱ دیده شد. بیشترین قطر ساقه را دانهال بذری ارقام ربیع و شاهرود ۱۲ داشتند و به ترتیب با میانگین‌های ۵/۳۳ و ۵/۲۴ در کلاس a قرار گرفتند. شاهرود ۲۱ کمترین قطر ساقه را داشت و در کلاس c قرار گرفت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی را شاهرود ۱۲ و کمترین آن را شاهرود ۲۱ داشت. وزن خشک ریشه در دو سطح a و b قرار گرفت، به طوری که دانهال بذری ارقام ربیع و شاهرود ۱۲ در سطح a و سه دانهال بذری ارقام دیگر در سطح b قرار گرفته و وزن خشک ریشه کمتری داشتند. بیشترین سطح برگ را دانهال بذری ارقام ربیع و سفید و کمترین سطح برگ را دانهال بذری رقم شاهرود ۲۱ داشتند. به طور کلی با اعمال تیمار کم آبیاری، تفاوت رشد دانهال‌های بذری ارقام به ترتیب اولویت شامل شاهرود ۱۲> ربیع> سفید> مامایی> شاهرود ۲۱ بود.

زمانی و همکاران (Zamani *et al.*, 1998) گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری رشد طولی، رشد قطری، وزن خشک شاخه و ریشه و سطح برگ در دانهال‌های حاصل از بذر توده‌های مختلف بادام کاهش می‌یابد و ژنوتیپ‌های مختلف نیز از نظر سطح برگ رشد طولی شاخه و وزن خشک شاخه و ریشه تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهند که نتایج این آزمایش را تأیید می‌کند. در این آزمایش مشاهده شد که تفاوت ارقام از نظر شاخص‌های رشد ناشی از تفاوت ژنتیکی ارقام است در همین ارتباط تفاوت ارقام از نظر شاخص‌های



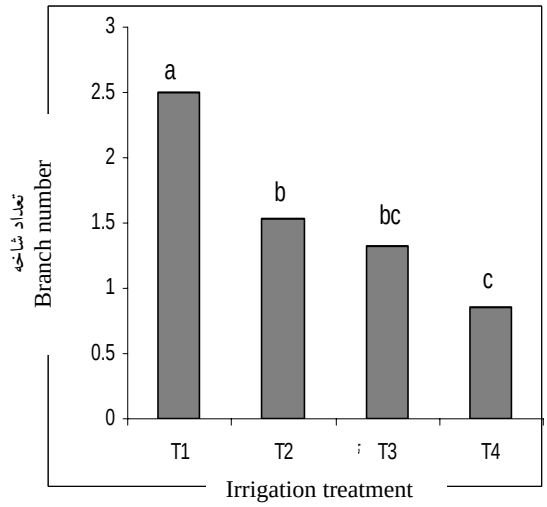
شکل۱- تاثیر تیمار آبیاری بر ارتفاع گیاه

Fig. 1- Influence of irrigation treatments on plant height



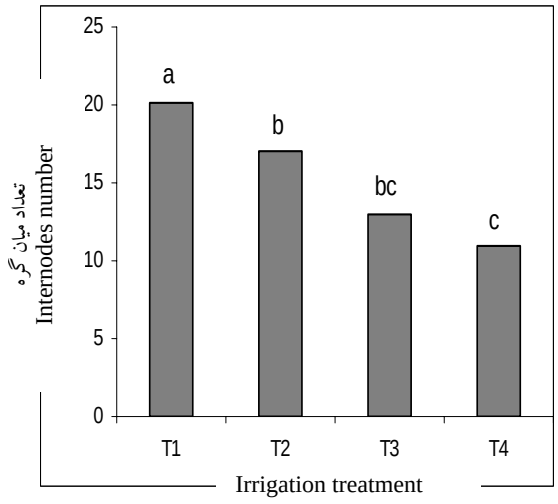
شکل۲- تاثیر تیمار آبیاری بر قطر ساقه

Fig. 2. Influence of irrigation treatments on stem diameter



شکل۳- تاثیر تیمار آبیاری بر تعداد شاخه

Fig. 3. Influence of irrigation treatments on brunch number



شکل۴- تاثیر تیمار آبیاری بر تعداد میان گره

Fig. 4. Influence of irrigation treatments on internodes number

T1, T2, T3 and T4: 20, 40, 60 and 80 mm evaporation from surface of class A pan, respectively.
Bars with similar letters are not significantly different.

رشد در زیتون(Talaei and Shirzad, 1999) و بـــادام (Torrecillas *et al.*, 1996؛ Taheri *et al.*, 1999؛ Germana, 1997؛ Girona *et al.*, 1998) گزارش شـده اسـت کـه بـا نتـایج ایـن آزمـایش مطابقت دارد.

اگرچه وزن خشک ریشه، هـم بـین دورهـای مختلف آبیاری و هم بین دانهال‌های بذری ارقام مختلف متفـاوت بـود ولـی نـسبت وزن خـشک اندام هوایی به ریـشه تفـاوت معنـی‌داری در بـین دورهـای مختلـف آبیـاری نـشان نـداد. ایـن امـر بیانگر این است که کاهش وزن خشک در اندام هوایی (شاخ و برگ) و ریشه‌ها تحت تـأثیر دور آبیاری، تقریباً یکنواخت بوده و ایـن کـاهش بـه یک نسبت در اندام هوایی و ریـشه اتفـاق افتـاده است، به طوری که دانهال‌هـای حاصـل از ارقـام شاهرود ۱۲ و ربیع که وزن خشک ریشه بالاتری نسبت به سایر ارقام داشـتند از نظـر وزن خـشک اندام هوایی نیز این برتری را نسبت به سایر ارقام نشان دادند. براساس نتایج به دست آمده، اگرچه دانهال‌های بـذری ارقـام مختلـف از نظـر برخـی صـفات انـدازه‌گیـری شـده بـا یکـدیگر تفـاوت معنی‌داری نشان دادند، ولی تحت تأثیر دورهـای مختلـــف آبیـــاری تفـــاوت معنـــی‌داری بـــین دانهال‌های ارقام مشابه بادام مشاهده نـشد کـه بـه نظر می‌رسد از نظر تحمل به خـشکی تفـاوتی در داخل دانهال‌های یک رقم وجود ندارد. مقایـسه میـانگین اثـر متقابـل دور آبیـاری و دانهـال‌هـای بذری ارقام بر قطر ساقه (جدول ۵) نشان داد کـه بیـشترین رشـد قطـری را دانهـال ارقـام ربیـع، شـاهرود ۱۲ و سـفید در تیمـار آبـی شـاهد (۲۰ میلی‌متر تبخیر از تـشتک کـلاس A) و کمتـرین رشد قطری را دانهال ارقام مامایی و شـاهرود ۲۱ در دور آبیاری T4 (۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) دارا بودند. تحت تاثیردور آبیاری T4 به ترتیب، رشد قطری دانهال ارقـام شـاهرود ۱۲، ربیع، سفید، مامایی و شاهرود ۲۱ کاهش بیشتری نشان داد به طوری که دانهال رقم شاهرود ۱۲ در دور آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیـر از سـطح تشتک کلاس A بیشترین و دانهال رقم شـاهرود ۲۱ کمترین رشد قطری را داشتند.

تجزیه واریانس (جدول ۶) عناصـر نیتـروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در بـرگ و ریـشه نشان داد که تیمار آبی بر میزان نیتروژن و پتاسیم برگ و نیتروژن ریشه تـأثیر معنـی‌داری درسـطح آماری ۱ درصد داشت ولـی روی سـایر عناصـر تأثیر معنی‌داری نشان نداد. اثر ژنوتیپ‌ها (دانهال ارقام) و نیز اثر متقابل دور آبیـاری و ژنوتیـپ از لحـاظ میـزان عناصـر بـرگ و ریـشه تفـاوت معنی‌داری نشان ندادند. میزان نیتـروژن و پتاسـیم برگ و نیتروژن ریشه تحت تـأثیر تـنش آبیـاری قرار گرفتند (جدول ۷) و با افزایش دور آبیـاری افـزایش معنـی‌داری در سـطح آمـاری ۱ درصـد نشان دادند. افـزایش میـزان ایـن عناصـر از یـک طرف ممکن است به علت افـزایش میـزان مـواد آلی، نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب در خاک گلدان‌ها باشد که ناشی از افزایش کود دامـی بـه نسبت ۲۵ درصد خاک گلدان‌ها بوده و از طرف

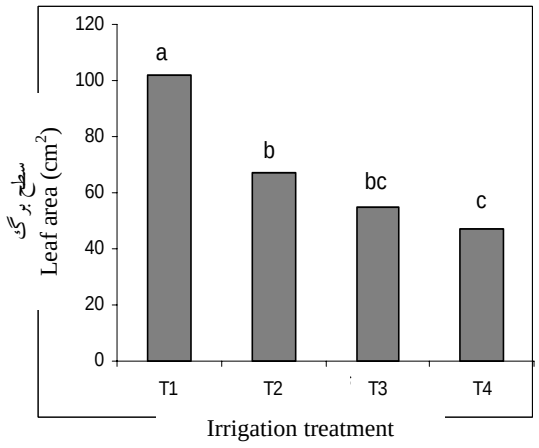
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر دوره های مختلف آبیاری بر صفات مختلف دانهال‌های بادام

Table 4. Mean comparison of different irrigation regimes on different traits of almond

دانهال ها Seedlings	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	وزن خشک هوائی/وزن خشک ریشه Shoot to root dry weight ratio	سطح برگ Leaf area (cm^2)
مامایی Mamaii	53.93ab	4.74bc	6.05cd	5.92b	0.99b	70.90ab
ربیع Rabie	52.27ab	5.33a	8.30ab	8.67a	0.93b	74.46a
سفید Sefid	49.92b	5.05ab	6.36bc	6.01b	1.03ab	78.87a
شاهرود۱۲ Shahroud12	58.24a	5.24a	9.67a	8.46a	1.25a	71.59ab
شاهرود۲۱ Shahroud21	49.09b	4.49c	4.10d	4.15b	0.93b	59.97b

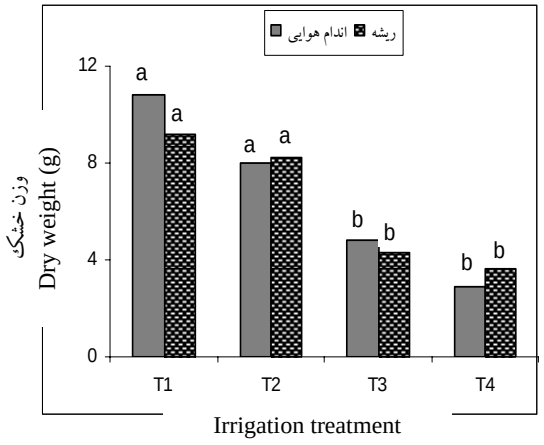
حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است.

Similar letters in each column indicate no significant difference (Duncan's multiple range test)



شکل۵- تاثیر تیمار آبیاری بر سطح برگ

Fig. 5. Influence of irrigation treatments on leaf area



شکل ۶- تاثیر تیمار آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه

Fig. 6. Influence of irrigation treatments on shoot and root dry weight

T1, T2, T3 and T4: 20, 40, 60 and 80 mm evaporation from surface of class Apon, respectively.
Bars with similar letters are not significantly different.

دیگر به دلیل این که اندازه‌گیری این عناصر بر اساس مادهٔ خشک بود، لذا با افزایش دور آبیاری اگرچه وزن خشک گیاه (اندام هوایی و ریشه) کاهش یافته است ولی این روند کاهش در وزن خشک نسبت به وزن تر کمتر بوده و همین امر شاید باعث افزایش غلظت عناصر در واحد وزن خشک گیاه شده که در نهایت منجر به افزایش این عناصر در بافت‌های برگ و ریشه شده است. کاهش عناصر نیتروژن ، فسفر و پتاسیم در دانهال‌های زیتون در تنش آبیاری توسط ارزانی و ارجی (Arzani and Arji, 1999) گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد.

این اختلاف در نتایج ممکن است به دلیل

جدول ۵- اثر دورهای مختلف آبیاری بر قطر ساقه دانهال‌های بادام

Table 5. Effects of different irrigation regimes on stem diameter of almond seedlings

تیمار (آبیاری × ژنوتیپ) (Irrigation × genotype)	قطر ساقه Stem diameter	تیمار (آبیاری × ژنوتیپ) (Irrigation × genotype)	قطر ساقه Stem diameter
۲۰ میلی متر تبخیر×مامایی 20 mm evaporation×Mamaii	5.69b	۶۰ میلی متر تبخیر×مامایی 60 mm evaporation×Mamaii	4.52fghi
۲۰ میلی متر تبخیر×ربیع 20 mm evaporation×Rabie	6.81a	۶۰ میلی متر تبخیر×ربیع 60 mm evaporation×Rabie	4.79efgh
۲۰ میلی متر تبخیر×سفید 20 mm evaporation×Sefid	6.47a	۶۰ میلی متر تبخیر×سفید 60 mm evaporation×Sefid	4.45ghi
۲۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۱۲ 20 mm evaporation×Shahroud 12	6.76a	۶۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۱۲ 60 mm evaporation×Shahroud 12	4.39ghij
۲۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۲۱ 20 mm evaporation×Shahroud 21	5.09bcdef	۶۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۲۱ 60 mm evaporation×Shahroud 21	4.28hij
۴۰ میلی متر تبخیر×مامایی 40 mm evaporation×Mamaii	5.007cdefg	۸۰ میلی متر تبخیر×مامایی 80 mm evaporation×Mamaii	3.76jk
۴۰ میلی متر تبخیر×ربیع 40 mm evaporation×Rabie	5.56bcd	۸۰ میلی متر تبخیر×ربیع 80 mm evaporation×Rabie	4.18hijk
۴۰ میلی متر تبخیر×سفید 40 mm evaporation×Sefid	5.21bcde	۸۰ میلی متر تبخیر×سفید 80 mm evaporation×Sefid	4.08ijk
۴۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۱۲ 40 mm evaporation×Shahroud 12	5.62bc	۸۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۱۲ 80 mm evaporation×Shahroud 12	4.19hijk
۴۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۲۱ 40 mm evaporation×Shahroud 21	4.95defg	۸۰ میلی متر تبخیر×شاهرود۲۱ 80 mm evaporation×Shahroud 21	3.62k

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است.

Similar letters in each column indicate no significant difference (Duncan's multiple range test).

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و ژنوتیپ بر برخی عناصر غذایی در برگ و ریشه

Table 6. Analysis of variance for effect of irrigation regime and genotype on some leaf and root nutrient content

			میانگین مربعات Mean square									
			برگ Leaf					ریشه Root				
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	درصد نیتروژن (N)	درصد فسفر (P)	درصد پتاسیم (K)	درصد کلسیم (Ca)	درصد منیزیم (Mg)	درصد نیتروژن (N)	درصد فسفر (P)	درصد پتاسیم (K)	درصد کلسیم (Ca)	درصد منیزیم (Mg)
Irrigation (I)	آبیاری	3	1.27**	0.004 ns	8.67**	0.005 ns	0.002 ns	1.75**	0.016 ns	0.080 ns	0.04 ns	0.020 ns
Error	خطا	8	0.02	0.002	0.51	0.060	0.240	0.05	0.040	0.032	0.21	0.040
Genotype (G)	ژنوتیپ (دانهال)	4	0.03 ns	0.007 ns	0.82 ns	0.030 ns	0.090 ns	0.14 ns	0.006 ns	0.007 ns	0.16 ns	0.012 ns
I×G	آبیاری×ژنوتیپ	12	0.04 ns	0.003 ns	0.47 ns	0.030 ns	0.230 ns	0.07 ns	0.006 ns	0.030 ns	0.07 ns	0.009 ns
Error	خطا	32	0.04	0.001	0.29	0.030	0.290	0.04	0.008	0.030	0.08	0.010
CV%	ضریب تغییرات		7.10	7.450	12.32	29.010	24.190	9.36	24.610	17.430	29.59	22.010

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

**, * and ns: Significant at 1% and 5% levels and not significant, respectively.

تفاوت در مواد گیاهی (نوع گیاه)، محیط کشت و شرایط آزمایش باشد. در بادام‌هایی که در شرایط آبیاری و دیم کشت شده بودند، تغییر معنی‌داری در عناصر معدنی مشاهده نشد (Sanchez *et al.*, 1987)، که با نتایج این آزمایش تطابق دارد. عدم کاهش معنی‌دار عناصر منیزیم و فسفر در اثر تنش آبی در سیب گزارش شده است (Maragoni and Pisa, 1985). تنش خشکی بیش از هر عامل دیگری موجب کاهش رشد و تولید گیاهان می‌شود و بهترین راه مقابله با خشکی، استفاده بهینه از منابع آبی و اصلاح گیاهان برای افزایش مقاومت به خشکی است. در شرایط کم آبی علاوه بر مدیریت صحیح استفاده از منابع آبی، استفاده از ارقام و پایه‌های مقاوم به خشکی جهت افزایش عملکرد ضروری است (Safarnejad, 2002). با توجه به این که بین ارقام و ژنوتیپ‌های بادام از نظر تحمل به خشکی تفاوت هایی وجود دارد، لذا بایستی نسبت به انتخاب ارقام یا ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی جهت کشت در شرایط کم آبی و یا دیم اقدام کرد (Zamani *et al.*, 1998؛ Taheri *et al.*, 1999؛ De Herralde, 2000). براساس نتایج حاصله، رشد رویشی دانهال‌های بادام خصوصاً از نظر ارتفاع، قطر، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی و ریشه بیشتر تحت تأثیر تنش آبیاری ناشی از افزایش دور آبیاری قرار می‌گیرد بنابراین برای تولید نهال در خزانه، آبیاری مرتب و کافی نهال‌ها توصیه می‌شود و ارقامی مانند ربیع و شاهرود ۱۲ که رشد طولی، قطری و وزن خشک اندام هوایی و ریشه بهتری نسبت به سایر ارقام، در شرایط کم آبی داشتند، برای تهیه نهال به عنوان پایه مناسب‌تر هستند.

جدول ۷- اثر ساده دورهای مختلف آبیاری بر صفات اندازه‌گیری شده بادام

Table 7. Simple effects of different irrigation regimes on measured traits of almond

تیمار آبیاری Irrigation treatment	درصد نیتروژن برگ Leaf nitrogen percentage	درصد نیتروژن ریشه Root nitrogen percentage	درصد پتاسیم برگ Leaf potassium percentage
20 mm evaporation	2.461c	1.961b	3.919b
40 mm evaporation	2.697b	2.047b	3.919b
60 mm evaporation	2.056a	2.495a	4.583ab
80 mm evaporation	2.054a	2.666a	5.449a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است.

Similar letters in each column indicate no significant difference (Duncan's multiple range test)

References

Arji, I., and Arzani, K. 1998. Effect of different irrigation regimes on vegetative growth characteristics of two native Iranian olive cultivars. 3rd. National Olive Congress, Karaj, Iran (in Farsi).

Arzani, K., and Arji, I. 1999. Response of young olive plants (cv. Roghani) to water stress and deficit irrigation. Seed and Plant 16: 99-109 (in Farsi).

De Herralde, F. 2000. Integral study of the eco physiological responses to water stress: Characterization of almond varieties. Nucis-Newsletter 9: 20-21.

De Herralde, F., Save, R., Biel, C., Batlle, I., and Vargas, F. J. 1999. Differences in drought tolerance in two almond cultivars:''Lauranne and Masbovera''.XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds. Turkey, 1-4 Sep., 56: 149-154.

Emami, A. 1996. The Methods of Plant Analysis. Soil and Water Research Institute. Publication No. 982, Vol. 1.

Fouad, M., Mohamad, S. A., Nour, J. M., Draz, M. Y., and Bishy, A. 1991. Effect of different irrigation levels on water use characteristics of bitter almond seedling. Adv. Desett. Air Land Technol 5: 139-159.

Germana, C. 1997. Experiences on the response of almond plants (*A. communis* L.) to water stress. Acta Horticulturae 449: 497-503.

Girona, J., Mata, M., Marsal, J., and Miravete, C. 1998. Almond responses to different irrigation strategies. Acta Horticulturae 470: 316-321.

Gomes, L. J., Coutinho, J. P., Galhano, V., and Cordeiro, V. 2006. Responses of five almond cultivars to irrigation: Photosynthesis and leaf water potential. Agricultural Water Management. 83: 261-265.

Hsiao, T. C. 1993. Growth and productivity of crops relation to water status .Acta Horticulturae 335: 135-148.

Maragoni, B., and Pisa, P. R. 1985. Water relations and nutritional level of leaves and fruits of apple. Acta Horticulturae 171: 119-124.

Parsons, L. R. 1980. Plant responses to water stress. pp. 175-192. In: Lavitt, J. (ed.) Responses of Plants to Environmental Stress, Vol. 2. Academic Press, New York.

Radnia, H. 1995. Rootstocks of Fruit Trees. Agricultural Education Publications, Karaj, Iran. 637 pp. (in Farsi).

Rieger, M., and Duemmel, M. J. 1992. Comparison of drought resistance among prunus species from divergent habitats. Tree Physiology 11: 369-380.

Safarnejad, A. 2002. Review on different methods screening of plants to drought. Iranian Journal of Drought 7: 7-31 (in Farsi).

Sanchez, M. C., Sanchez, M. J., Planes, J., Alarcon, J. J., and Torrecillas, A. 1993. Seasonal changes in leaf water potential components in two almond cultivars. Journal of Agricultural Science 120: 347-351.

Sanchez, M. C., Torrecillas, A., Lamor, F. D., and Leon, A. 1987. Mineral element changes in almond leaves under different irrigation regimes. HortScience 1: 95-97.

Seeley, S. 1990. Hormonal transduction of environmental stresses. HortScience 25: 1369-1376.

Shackel, K., Lampinen, B., Sibbett, S., and Olson, W. 2000. The relation of midday stem water potential to the growth and physiology of fruit trees under water limited conditions. Acta Horticulturae 537: 425-430.

Taheri, A., Zamani, Z., Vezavaii, A., and Pustini, K. 1999. Effects of water stress on seedlings of some Iranian almond population. Proceedings of the Second Iranian Horticultural Science Congress, Karaj, Iran (in Farsi).

Talaei, A. R., and Shirzad, H. 1999. Influence of water stress on growth indexes and water relations in young olive plants. Proceedings of the Second Iranian Horticultural Science Congress, Karaj, Iran (in Farsi).

Torrecillas, A., Alarcon, J. J., Domingo, R., Planes, J., and Sanches, M. J. 1996. Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. Plant Science 118: 135-143.

Treder, W., Konopacki, P., and Mika, A. 1997. Duration of water stress and its influence on the growth of nursery apple trees planted in containers under plastic tunnel conditions. Acta Horticulturae 449: 541-544.

Zamani, Z., Taheri, A., and Vezvaii, A. 1998. Response of some almond seedling populations to different irrigation treatments. First National Almond Congress, Shahrekord, Iran (in Farsi).