

## انتخاب پایه‌های رویشی بادام متحمل به تنش آبی بر اساس نشانگرهای مرفولوژیکی

علی اکبر شکوهیان<sup>1\*</sup> - غلامحسین داوری نژاد<sup>2</sup> - علی تهرانی فر<sup>3</sup> - علی ایمانی<sup>4</sup> - علی رسولزاده<sup>5</sup>

تاریخ دریافت: 1392/02/15

تاریخ پذیرش: 1394/03/24

### چکیده

انتخاب پایه‌های بادام متحمل به تنش آبی به منظور تولید بهینه محصول در مناطق خشک و نیمه خشک اهمیت زیادی دارد. در راستای انتخاب پایه‌های جدید متحمل به کم آبی، اثر تنش آبی و ریز موجودات مفید (Effective microorganism (Em)) بر خصوصیات مرفولوژیکی پایه‌های رویشی بادام در طی سال‌های 91-1389 در گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه رژیم متفاوت آبیاری (کامل، 33 و 66 درصد تخلیه آب قابل نگهداری) و دو سطح غلظت ریز موجودات مفید (Em) (محلول صفر (شاهد) و یک درصد) و 4 فاکتور پایه (قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه‌های رویشی GF677، دو هیبرید طبیعی انتخابی هلو× بادام HI و H2) و قلمه‌های ریشه‌دار شده ژنوتیپ جوین)، در 4 تکرار انجام شد. تجزیه واریانس نشان داد، بین سطوح پایه‌ها و آبیاری در تمام تیمارها مورد بررسی از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج حاکی از آن بود که سطوح ریز موجودات مفید در صفات سطح برگ، تعداد برگ، رشد سالیانه، وزن تر و خشک و حجم ریشه دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف Em باعث افزایش این صفات نسبت به شاهد شده است. با توجه به نتایج این پژوهش، از بین صفات مورد آزمایش، طول، وزن خشک و حجم ریشه نشانگرهای مناسبی، برای ارزیابی میزان تحمل به تنش آبی بادام و هیبرید طبیعی HI، پایه مقاوم به شرایط کم آبی تشخیص داده شد. تاثیر ریز موجودات مفید بر عوامل رشدی و زنده‌مانی نهال‌ها تابع نوع پایه بوده و تاثیر آن بر میزان مقاومت به تنش آبی نیز با خصوصیات ژنتیکی پایه متفاوت بود. با توجه به نتایج این تحقیق، هیبرید طبیعی HI، به‌عنوان یک پایه مقاوم به شرایط خشکی معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ریز موجودات مفید، زنده‌مانی، کم آبی، هیبرید طبیعی

### مقدمه

مجموع وزن خشک و تر در شرایط تنش آبی در دانه‌های بادام (7)، زردآلو (32)، پسته (28)، سیب (5 و 34) و انجیر (30) ارایه شده است. کاهش سطح برگ بادام در گونه وحشی نسبت به بادام‌های اهلی در اثر تنش آبی بیشتر است (2).

ریز موجودات مفید (Em)<sup>6</sup> حاوی گونه‌های انتخابی از ریز موجوداتی است که جمعیت غالب آن‌ها باکتری‌های اسید لاکتیک شامل، *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. lactis*، مخمرها *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*، باکتری‌های فتوسنتزی<sup>7</sup>، *Rhodospseudomonas palustris*، *Rhodobacter spaeroides* و اکتنومیسیت‌ها شامل *Streptomyces albus*, *S. griseus* و سایر موجودات زنده مثل قارچ‌های تخمیری *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis* می‌باشد (9). همه این موجودات با هم سازگار و به‌صورت هم‌زیست در ترکیب Em

انتخاب پایه‌های متحمل به تنش آبی بادام *Prunus dulcis* Mill به منظور تولید بهینه محصول در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران حایز اهمیت زیادی است. درختان میوه سازگاری مرفولوژیکی متفاوتی دارند که اجازه زنده ماندن آن‌ها را در شرایط خشکی می‌دهد (26 و 31). ژنوتیپ‌ها و اکوتیپ‌هایی از بادام که توسعه ریشه بیشتری دارند تحمل بیشتری به استرس‌های آبی دارند (23). گزارش‌هایی در خصوص کاهش سطح برگ، رشد ساقه و

1- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی (\* نویسنده مسئول: Email: shokouhiana@yahoo.com)

2 و 3- استادان گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
4- استادیار بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج  
5- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

6- Effective microorganism  
7- photosynthetic bacteria

روز تیمارهای Em قبل از تیمارهای تنش اعمال گردید. به این صورت که در هر نوبت آبیاری محلول Em را که ترکیبی از Em3 (حاوی 90 درصد باکتری‌های فتوسنتزی) و Em4 (با 90 درصد ریز موجودات تولیدکننده اسید لاکتیک) به نسبت مساوی بود به غلظت یک درصد تهیه (10 سی‌سی در یک لیتر برای هر گیاه در هفته) و به 50 درصد از گلدان‌ها (48 گلدان) همراه با آب آبیاری به خاک داده شد و 48 گلدان دیگر با آب معمولی به همان اندازه آبیاری شدند. سپس از اواسط تیرماه سه سطح آبیاری کامل (در حد رطوبت مزرعه)، آبیاری بعد از تخلیه 33 درصد و 66 درصد آب قابل نگهداری در خاک به- عنوان دو سطح تنش اعمال گردید. با اندازه‌گیری جرم گلدان‌ها تلاش شد رطوبت در سطح تنش مورد نظر ثابت نگه‌داشته شود. با وزن کردن روزانه تمامی گلدان‌ها، وضعیت رطوبتی آن‌ها مشخص و بدین ترتیب نقصان رطوبتی آن‌ها با اضافه نمودن آب در حد تنش مورد نظر، جبران گردید. پس از پایان دوره تیمارها به منظور ارزیابی رفتارهای مورد نظر، صفات رشد نهال، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه‌ها، و برگ‌ها و طول و حجم ریشه‌ها (این صفت بوسیله اندازه‌گیری اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم مشخصی از آب (قانون ارشمیدس) محاسبه شد. در پایان فصل درصد نهال‌های باقیمانده (زنده‌مانی) نیز مشخص گردید. درصد زنده‌مانی نهال‌ها بر اساس تعداد نهال‌های اولیه و تعداد باقیمانده در انتهای آزمایش محاسبه شد.

$$\text{درصد زنده مانی} = \frac{\text{تعداد نهال باقیمانده}}{\text{تعداد نهال اولیه}} \times 100$$

این آزمایش به صورت فاکتوریل (2×4×3) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح متفاوت آبیاری و 4 فاکتور پایه شامل قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه‌های رویشی GF677، دو هیبرید طبیعی انتخابی هلو× بادام (H1, H2) و قلمه‌های ریشه‌دار شده ژنوتیپ جوین با دو سطح غلظت Em شامل شاهد (صفر) و محلول یک درصد در 4 تکرار اجرا شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار JUMPS استفاده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD ( $P < 0/01$ ) و نمودارها بوسیله نرم افزار Excel رسم گردید.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین سطوح پایه در تمام صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول 1 و 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نهال‌های GF677 و هیبرید طبیعی H1 بیشترین وزن تر و خشک و سطح برگ را داشته و در این صفات در سطح احتمال یک درصد بین این دو پایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. پایه H2 با داشتن وزن تر و خشک و سطح برگ کمتر در سطح احتمال یک درصد با سایر پایه‌ها تفاوت

فعال می‌باشند (9). این ترکیب اثر معنی‌داری در خاصخیزی خاک و به دنبال آن افزایش کمی و کیفی محصول دارد (16). در خصوص کاربرد ریزموجودات مفید گزارشاتی بر روی بادام (18) مرکبات و گوجه‌فرنگی (37)، ذرت و برنج (15) و پرتقال (20) به منظور بهره‌وری بهتر ارائه شده است. امروزه از این ترکیب در کشاورزی اورگانیک برای بهبود عملکرد و کیفیت محصولات استفاده زیادی می‌شود (38 و 40).

پیش‌گرایی در برنامه‌های اصلاحی درختان میوه به دلیل دوره نونهالی طولانی بسیار مهم و شناسایی نشانگرهایی که با صفات اصلاحی خاص در ارتباط باشند به پیشرفت برنامه‌های اصلاح‌گران کمک شایانی می‌کند (1).

این بررسی به منظور دستیابی به پایه‌های جدید مقاوم به شرایط کم آبی بر اساس خصوصیات مرفولوژیکی و تاثیر Em بر این صفات و مقاومت به تنش آبی پایه‌های بادام انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سال‌های 91-1389 در گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. خاک مورد استفاده ترکیبی از خاک باغچه، یک چهارم ماسه و یک چهارم خاکبرگ بود که قبل از کشت مورد تجزیه قرار گرفت. این ترکیب در داخل گلدان‌های با دهانه 30 و ارتفاع 40 سانتی‌متری (جرم 28 کیلوگرم) ریخته شد. برای این منظور قلمه‌های با قطر 10-13 میلی‌متر و به طول 30 سانتی‌متر از سر شاخه‌های پایه رویشی GF677 و دو پایه‌ی H1 و H2 از دورگه‌های طبیعی بادام، انتخابی از کلکسیون مادری موسسه نهال و بذر کرج که بعنوان پایه‌های امید بخش در زمینه‌های مختلف مورد بررسی می‌باشند (این پایه‌ها جزو پایه‌های هیبرید طبیعی هلو و بادام هستند که از نظر اجداد تصادفی می‌باشند و در سال 85 از منطقه قزوین شناسایی و جمع‌آوری شده‌اند). قلمه‌های یک ژنوتیپ بادام محلی از کشت و صنعت جوین (شاهد محلی) گرفته و به مشهد منتقل شدند. قبل از کشت، قلمه‌ها با هورمون ایندول بوتریک اسید (IBA) با غلظت 3000 قسمت در میلیون و پودر قارچکش بنومیل 50 درصد تیمار و در بستر پرلایت که دارای پا گرما حدود 25 درجه سانتی‌گراد (33) بود (در 3 تکرار، هر تکرار شامل 10 قلمه) کشت شدند. قلمه‌های ریشه‌دار شده که از یکنواختی مطلوبی برخوردار بودند انتخاب و در گلدان‌های ذکر شده کشت و در فضای باغ تحقیقاتی دانشکده به مختصات جغرافیایی، طول 31° 53' 3" و عرض 36° 31' 2" و ارتفاع 1023 متر از سطح دریا با آبیاری (آبیاری به شکلی انجام گرفت که خروج آب از زهکش گلدان‌ها قابل مشاهده باشد) و تغذیه کامل تا اواسط تیرماه بدون تنش خشکی نگهداری شدند. در طی دوره رشد (از اول اردیبهشت ماه تا پایان خرداد ماه) به مدت 60

تغییرات به نسبت کمتر است. دلیل آن را می توان وجود ریشه‌های قوی‌تر H1 دانست که توانسته‌اند در شرایط تنش به جذب بیشتر ادامه دهند. رشد نهال‌های جوان بادام بسیار حساس به تنش آبی است. بر این اساس عامل مناسبی برای تعیین میزان تحمل گیاه به شرایط خشکی محسوب می‌شود (19). هم‌چنین سطح برگ یک ویژگی ژنتیکی می‌باشد که تغییرات اندک را در نتیجه شرایط محیطی تحمل می‌کند (8). براساس گزارش فرناندز و همکاران (4) عکس‌العمل رشدی گیاهان به سطح کم رطوبت خاک به ژنوتیپ گیاه وابسته است. نتایج حاضر در خصوص تفاوت پایه‌ها با بررسی‌های موسوی و همکاران (18)، و یداللهی و همکاران (39)، روحی و همکاران (22)، زمانی و همکاران (41) هم‌خوانی دارد.

نتایج نشان داد که اثر سطوح ریز موجودات مفید مورد بررسی در صفات سطح برگ، تعداد برگ، رشد سالیانه، وزن تر و خشک و حجم ریشه دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده (جدول 1 و 2) و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف Em اثر مثبتی بر این صفات نسبت به شاهد داشته است (جدول 3).

معنی‌داری داشت (جدول 3). میزان رشد سالیانه پایه‌ها نیز با هم متفاوت بود. پایه H1 بیشترین و قلمه‌های حاصل از ژنوتیپ جوین کمترین مقدار رشد را داشتند (جدول 3). در صفت تعداد برگ بیشترین تعداد برگ در نهال‌های حاصل از قلمه‌های ژنوتیپ جوین و کمترین تعداد در پایه H2 مشاهده شد (جدول 3). در صفات وزن تر و خشک ریشه، پایه H2 بیشترین و ژنوتیپ جوین کمترین مقدار را داشتند (جدول 3). در صفات طول و حجم ریشه، بالاترین سطح به ترتیب در پایه‌های GF677 و H2 و کمترین مقدار در پایه ژنوتیپ جوین مشاهده شد (جدول 3). میزان زنده‌مانی پایه‌ها نیز با هم متفاوت بود که پایه GF677 با 100 درصد و بعد از آن پایه H1 با 87 درصد بیشترین درصد و قلمه‌های حاصل از ژنوتیپ جوین با 66/6 درصد کمترین درصد ماندگاری را داشتند (جدول 3). بادام سازگاری‌هایی را برای بقاء در شرایط کم آبی از خود نشان می‌دهد ولی درجه سازگاری به خشکی در بین ارقام مختلف متفاوت است (23). نتایج نشان داد که تغییرات در اغلب عوامل رشدی در پایه GF677 و H1 نسبت به سایر پایه‌های مورد بررسی کمتر بود هر چند با گسترش خشکی در این پایه نیز کاهش رشد و سایر عوامل مربوطه دیده می‌شود ولی این

جدول 1- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی برگ در پایه‌های رویشی بادام .

Table1- Analysis of variance for the leaf morphological traits of Almond Vegetative Rootstocks

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS				
		میانگین وزن خشک برگ Dry weigh	میانگین وزن تر برگ Fresh weight	سطح برگ Leaf area	تعداد برگ Number of leaves	رشد Growth
سال Year	1	1.55 <sup>ns</sup>	55.6 <sup>*</sup>	2909 <sup>ns</sup>	219.3 <sup>ns</sup>	0.335 <sup>ns</sup>
پایه Rootstock	3	90.9 <sup>**</sup>	406.6 <sup>**</sup>	954856 <sup>**</sup>	95368 <sup>**</sup>	1752 <sup>**</sup>
EM	1	5.36 <sup>ns</sup>	31 <sup>ns</sup>	347766 <sup>**</sup>	4152 <sup>**</sup>	698 <sup>**</sup>
آبیاری Irrigation	2	434 <sup>**</sup>	3829 <sup>**</sup>	6518010 <sup>*</sup>	89826 <sup>**</sup>	3011 <sup>**</sup>
پایه، Rootstock × EM	3	84.5 <sup>**</sup>	589 <sup>**</sup>	916067 <sup>**</sup>	9282 <sup>**</sup>	2281 <sup>**</sup>
آبیاری، Irrigation × EM	2	21.8 <sup>**</sup>	115 <sup>**</sup>	127729 <sup>**</sup>	4160 <sup>**</sup>	349 <sup>**</sup>
آبیاری، Irrigation × پایه، Rootstock	6	22.1 <sup>**</sup>	117 <sup>**</sup>	326401 <sup>**</sup>	22994 <sup>**</sup>	295 <sup>**</sup>
آبیاری، Irrigation × پایه EM × Rootstock	6	5.49 <sup>**</sup>	93.3 <sup>**</sup>	96507 <sup>**</sup>	3204 <sup>**</sup>	41.6 <sup>ns</sup>
Error اشتباه	164	2.9	8.88	1901	89	20.8
ضریب تغییرات، Cv (%)		16.66	11.35	4.1	7.3	3.58

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5% و 1%

ns، \*، \*\* .Indicating non-significant, significant and at 5% and 1% respectively

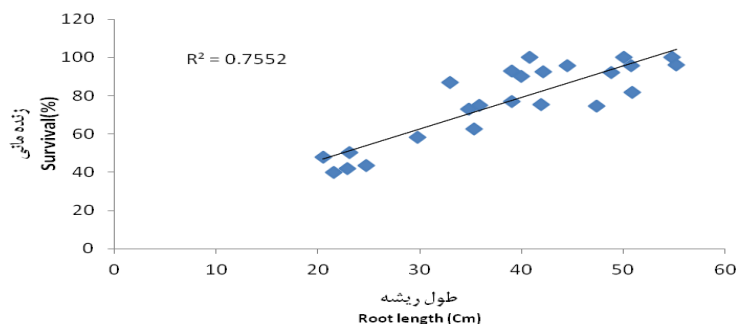
جدول 2 - تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی برگ در پایه‌های رویشی بادام.

Table2 - Analysis of variance for the root morphological traits of Almond Vegetative Rootstocks.

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS					زنده‌مانی survival
		میانگین طول Root length	میانگین وزن خشک ریشه dry Weigh	میانگین وزن تر ریشه fresh Weigh	حجم ریشه Root Volume		
سال Year	1	115 **	1.27 *	3.046 <sup>ns</sup>	108 **	8.12 <sup>ns</sup>	
پایه Rootstock	3	3055 **	109 **	1314 **	1079 **	12632 **	
EM	1	0.3 <sup>ns</sup>	12.9 **	204 **	1733 **	4.5 <sup>ns</sup>	
آبیاری Irrigation	2	0.3 **	89.8 **	1068 **	1833 **	4742 **	
پایه، EM × Rootstock	3	2113 **	51.9 **	747 **	833 **	3092 **	
آبیاری، EM × Irrigation	2	9.59 <sup>ns</sup>	1.51 **	75 **	7 **	1875 **	
آبیاری، Irrigation × پایه، Rootstock	6	20.8 <sup>ns</sup>	2.27 **	67.3 **	259 **	911 **	
آبیاری، Irrigation × پایه EM × Rootstock	6	61.8 **	8 **	84.9 **	71.4 **	881 **	
Error اشتباه	164	14.17	0.32	4	14.2	32.3	
ضریب تغییرات، Cv (%)		3.5	5.41	0.59	6.73	2.64	

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5% و 1%

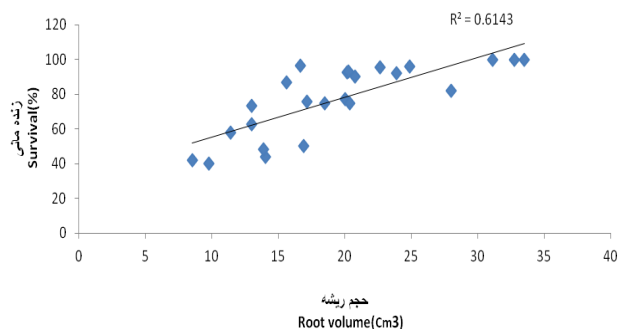
ns، \*، \*\* .Indicating non-significant, significant and at 5% and 1% respectively



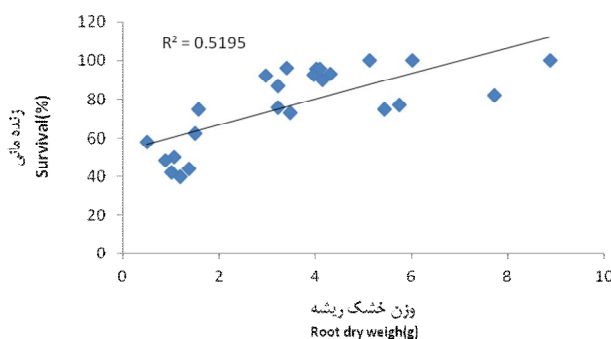
شکل 1- رابطه طول ریشه و درصد زنده‌مانی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H1، H2 و ژنوتیپ جوین (sd)} تحت تیمارهای تنش آبی  
Figure1- Relationship between root length and survival (%) of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)} under water stress treatments.

باعث توسعه سطح برگ و گسترش سطح ریشه‌های موئین و جذب بیشتر عناصر غذایی از خاک و افزایش سوخت و ساز می‌شود که به دنبال آن زمینه رشد بیشتر گیاه مهیا می‌شود. خالق و همکاران (14)، محمد و همکاران (17) و رومالد و کلیبر (21) طی آزمایشاتی نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

با مصرف ریز موجودات مفید، رشد گیاه، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخه و ریشه و کل بیوماس گیاه افزایش می‌یابد که دلیل آن می‌تواند رشد بهتر ریشه در نتیجه فعالیت‌های بیولوژیکی مواد موجود در ترکیب Em باشد (17). بر اساس گزارش جگنو و همکاران (12) باکتری‌ها مقدار زیادی از اکسین و سایتوکنین را تولید می‌نمایند که



شکل 2- رابطه حجم ریشه و درصد زنده‌مانی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H1، H2 و ژنوتیپ جوین (sd)} تحت تیمارهای تنش آبی  
Figure 2- Relationship between root volume and survival (%) of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)} under water stress treatments



شکل 3- رابطه وزن خشک ریشه و درصد زنده‌مانی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H1، H2 و ژنوتیپ جوین (sd)} تحت تیمارهای تنش آبی  
Figure 3- Relationship between root dry weigh and survival (%) of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)} under water stress treatments

(31). این نتیجه با بررسی‌های ماندا (16)، سالیلی (27)، سپاسخواه و مفتون (28)، تورسیلاس (32) و وان لون (36) سازگار است. بیشترین میزان زنده‌مانی نهال‌ها (88/1 درصد) در سطح آبیاری کامل و کمترین (72/5 درصد) میزان آن در تیمار آبیاری 66 درصد تخلیه آب قابل نگهداری مشاهده شد (جدول 3). این نتیجه با گزارشات بولاند (1)، کالمرز (3)، جرونا و همکاران (6)، ساندس و مولیگن (24) و تردر (35) منطبق است. براساس این گزارش اثر تنش آبی در کاهش رشد و عوامل رشدی و دیگر صفات مورفولوژی در پایه‌های بادام بسته به نوع آن متفاوت بوده است ولی در کل تنش آبی، رشد و پارامترهای رشدی را به شدت کاهش داده است که دلیل این کاهش می‌تواند کاهش جذب و انتقال مواد غذایی در شرایط کم آبی باشد (12 و 35). با توجه به ارزیابی میانگین‌ها، اثر متقابل تیمارها بر سطح و تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، طول ریشه، رشد سالیانه و زنده‌مانی پایه‌ها موثر بوده و این صفات در تمام پایه‌ها با شدت تنش کاهش یافته‌اند (جدول 4). این کاهش در پایه‌های GF677 و ژنوتیپ جوین در صفات طول ریشه، وزن تر و خشک و سطح برگ، تعداد

بین سطوح آبیاری در صفات مورفولوژی مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول 1 و 2). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آبیاری کامل در صفات سطح برگ، تعداد برگ، رشد سالیانه، وزن تر و خشک و حجم ریشه بیشترین مقدار و آبیاری در سطح 66 درصد تخلیه آب قابل نگهداری خاک، کمترین مقدار را داشته‌اند (جدول 3). کاهش رشد گیاه و به دنبال آن کاهش وزن تر و خشک ریشه و برگ، تعداد برگ و بیوماس کل گیاه اثر مستقیمی با سطح برگ دارد (10 و 23). تنش آبی ممکن است به صورت مستقیم از طریق تاثیر بر فرآیند فتوشیمیایی برگ بر فتوسنتز موثر باشد و یا از طریق بسته شدن روزنه‌ها به صورت غیر مستقیم سبب کاهش سطح برگ شده و باعث کاهش رشد شود. تنش آبی منجر به افزایش میزان مصرف کربوهیدرات در گیاه شده و در نتیجه سبب کاهش رشد می‌شود (11). همچنین کم آبی در گیاه منجر به افزایش هورمون‌های باز دارنده مخصوصا آبسایسیک اسید (ABA) و کاهش هورمون‌های تسریع کننده رشد شده و در کل باعث به هم خوردن تعادل هورمونی می‌شود که نتیجه آن کاهش رشد می‌باشد

داشت ولی با کاربرد ریزموجودات مفید، این صفات در هر سه سطح آبیاری به صورت معنی داری افزایش یافت که نشان از اثر مثبت این ماده بر صفات ذکر شده در پایه مذکور دارد (جدول 4). برای تعیین شاخص‌های مرتبط با تنش آبی از رابطه رگرسیون خطی استفاده شد، بر این اساس از بین نشانگرهای مورد آزمایش طول، حجم و وزن خشک ریشه که همبستگی بیشتری با بقای نهال داشته‌اند، شاخص‌های مناسب اندازه‌گیری تحمل به تنش آبی بادام تشخیص داده شدند (شکل‌های 1 تا 3). ژنوتیپ‌های بادام که از ریشه توسعه یافته‌ای برخوردار بودند، به شرایط کم آبی سازگارتر می‌باشند (24).

برگ و رشد سالیانه با کاربرد ریزموجودات مفید بطور معنی داری محسوس‌تر بود. در پایه H1 با بکار گیری Em در شرایط آبیاری کامل وزن تر و خشک برگ، سطح و تعداد برگ نسبت به شاهد افزایش یافت هرچند این افزایش معنی دار نبود. Em طول ریشه و رشد سالیانه هیبرید طبیعی H1 را نسبت به شاهد به صورت معنی داری افزایش داد، ولی تاثیر آن بر زنده‌مانی نهال‌های مذکور از نظر آماری در سطح یک درصد معنی داری نبود (جدول 4). نهال‌های پایه H2 در این صفات به شدت تحت تاثیر اثرات متقابل آبیاری و مصرف ریز موجودات بوده است. این پایه در شرایط رطوبت کم خاک بدون مصرف Em وزن تر و خشک برگ، سطح و تعداد برگ و رشد کمی

جدول 3- مقایسه اثرات سطوح آبیاری (66% AW، 33% AW و 100% AW) و ریزموجودات مفید (سطح یک درصد EM1) و شاهد (EM0) بر صفات مورفولوژیکی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H1، H2 و ژنوتیپ جوبین (sd)}

Table 3- Comparison the effects of irrigation (66% AW, 33% AW and AW% 100) and EM (EM1=1% and control EM0) on morphological characters of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)}

تیمار Traits	وزن تر ریشه Root fresh Weigh(g)	وزن خشک ریشه dry Root Weigh(g)	حجم ریشه Root Volume (cm <sup>3</sup> )	ماندگاری Survival (%)	سطح برگ Leaf area (cm <sup>2</sup> )	وزن خشک برگ Leaf dry Weigh(g)	وزن تر برگ Leaf fresh Weigh(g)	تعداد برگ Number of Leaf	رشد گیاه Growth (cm)	طول ریشه Root (length cm)
GF	14.16c	4.51a	26.6a	96a	490a	5.2a	12a	40b	44.13c	48.5a
H1	14.77b	4.1c	17.1bc	78b	240ab	3.8ab	10.6ab	18.3c	52.29a	36bc
H2	17.13a	4.7b	18.8ab	67c	171d	1.9bcd	5.25cd	14.1cd	45.94b	40ab
sd	5.2d	1.45d	16.3d	62d	403cb	3.5abc	9.2abc	110.7a	27.6d	49.4d
AW66 %	9.64bc	28.6c	15c	68c	150c	1.6c	3.8c	16.8c	38.2c	34.2c
AW33 %	11.38b	3.27b	18.5b	77.6b	237b	2.7b	5.9b	32.3b	44.8b	38.7b
AW0%	17.43a	5.02a	25.5a	88a	741a	6.55a	18.1a	88a	51.9a	42.4a
E1	13.8a	3.94a	22.7a	98a	418a	37.8a	9.7a	50.4a	46.9a	38.4a
E0	11.78b	3.42b	16.17b	98a	333ab	3.45ab	8.9a	41b	43.1b	38.5b

حروف مشابه در هر صفت دارای اختلاف معنی دار (P<0.01) نمی‌باشند

The same letters in each trait are not significantly different (P<0.01)

خشکی تابع نوع پایه بود. بر این اساس نمی‌توان این ماده را برای همه پایه‌ها و ارقام توصیه کرد و نیاز به بررسی بیشتر در خصوص تاثیر این ترکیب بر گیاه مورد نظر می‌باشد. در ضمن تاثیرپذیری این مواد در تیمار آبیاری کامل که شرایط رشد مناسب‌تر است بیشتر بوده که بر این اساس تاثیر آن تابع شرایط محیطی نیز می‌باشد.

### سپاسگزاری

از مسئولین محترم دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تامین مالی و امکانات جهت اجرای این پروژه و سازمان تحقیقات کشاورزی خراسان به خاطر تامین Em کمال تشکر و قدردانی را داریم.

نتایج نشان داد که صفات تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه و تعداد برگ‌ها و سطح برگ با توجه به همبستگی کمی که با زنده‌مانی نهال‌ها داشته‌اند معیارهای مناسبی برای تشخیص مقاومت به کم آبی در بادام نیستند که با گزارش یدالهی و همکاران (39) همخوانی دارد.

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق، هیبرید طبیعی H1 با داشتن اشتراکات بیشتر در خصوص مقاومت به تنش آبی با پایه GF677 (شاهد استاندارد)، به عنوان یک پایه مقاوم و هیبرید طبیعی H2 به عنوان پایه نسبتاً مقاوم به شرایط خشکی معرفی می‌شوند. اثر ترکیب ریز موجودات مفید (Em) بر خصوصیات رشد و مقاومت به

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری (66% AW، 33% AW و 100% AW) و ریز موجودات مفید (سطح یک درصد (EM1) و شاهد (EM0)) بر صفات مورفولوژیکی پایه‌های رویشی بادام {GF677، H2، H1 و H2} و ژنوتیپ جوین (sd).

Table 4- Compare the average interaction between irrigation levels (66% AW, 33% AW and AW%100) and EM (EM1=1% and control EM0) on morphological characters of Almond Vegetative Rootstocks {GF, H1, H2 and genotype Jovin (sd)}

تیمار Traits	وزن تر ریشه Root fresh Weigh(g)	وزن خشک Root .dry Weigh(g)	حجم ریشه Root Volume (cm <sup>3</sup> )	زنده مانی Survival (%)	سطح برگ Leaf Area(cm <sup>2</sup> )	وزن خشک Leaf dry Weigh(g)	وزن تر برگ Leaf. fresh Weigh(g)	تعداد برگ Number of Leaves	رشد گیاه Growth (cm)	طول ریشه Root length(cm)
GF,E0,66	11.69jk	2.97jk	23.9df	92ac	329j	3.16bk	6.8hj	25jk	44.5j m	49fg
GF,E0,33	14.4fh	4 fh	24.9de	96ab	305jk	4.66ei	8.3hi	26jh	47.7fk	ef 51
GF,E0,0	28.9a	8.87a	32.7ab	100a	1150a	10.61a	27.3a	91d	58.8ab	55a
GF,E1,66	8.44jn	3.96jn	20.2ek	92abc	121ps	1.51js	3.35kr	13kn	32.8st	42.1is
GF,E1,33	9.44im	4.09im	22.6eg	96ab	152lp	2.86jm	4.8in	18im	38ps	44.5gm
GF,E1, 0	16.12f	5.13f	23.5a	100a	857bc	8.63ab	21.7b	67e	44lo	50.1bcd
H1,E0,66	11.05hl	3.22hl	15.6hq	87bcd	207l	1.59jq	5.4jk	9.1ip	40lg	33hn
H1,E0,33	11.62jk	3jk	16.6hp	96ab	421i	38.2gi	10.7gh	19.4jl	48fk	55.2fk
H1,E0,0	15.1fg	4.15fg	20.7eh	100a	818bd	6.66be	21.6b	31.4ji	52.5bi	40fi
H1,E1,66	7.62lo	1.37lo	4lr	34jk	123pr	1.32kt	2.5lu	8.9lg	53.5b h	24.7jk
H1,E1,33	16.12f	5.1f	20.2ej	93abc	192lo	2.22jn	4.57io	9.1lp	55.1ae	39fi
H1,E1,0	22.1cd	6.02cd	31abc	100a	877b	7.25bc	18.7ce	32gh	57.2ac	40.7fi
H2,E0,66	4.84rv	1.2nr	9.75rv	35ij	3.87ux	0.07ny	0.22gx	1ns	24vw	21.6uv
H2,E0,33	5.3nr	1.01rv	8.75rw	40ik	9.3uw	0.12nx	0.3qw	1ns	44in	22.9ir
H2,E0,0	12.62fi	3.47fj	13lt	73dg	49tu	0.37kv	0.75iv	4.6mr	55.4ad	34.8io
H2,E1,66	20.9ce	5.44ce	18.5fm	75dg	197ln	2.66jl	5.2jm	12.4ko	40.1ir	47.4bc
H2,E1,33	22.5c	5.57c	20el	77df	141mq	1.54jr	4.4jp	15km	51.1cj	39be
H2,E1,0	26.59b	7.83b	28bcd	82dc	623f	6.66bf	20.8bc	51f	61.1a	50.9b
sd,E0,66	1.57vu	0.49vu	1.4qu	58hi	205lm	1.98jp	4.2jq	39fg	41kp	29.7qt
sd,E0,33	4.87nr	1.5nr	3lt	63h	572gh	5.51cg	11.4eg	c 138	46jl	35.4jp
sd,E0,0	12.4fj	3.21fj	17.1hn	76df	726be	6.92bcd	19.2cd	219a	53.6bf	41.9eh
sd,E1,66	3.01qv	0.87qr	13.9ls	48ij	12.5uv	0.17rw	2.9ks	26k	29.5tv	20.5sd
sd,E1,33	5.8mq	1.1mq	16.9ho	50ij	98qt	1.28ku	2.7kt	32gh	23wx	23.1uw
sd,E1,0	7.56lp	1.57ip	20.4ei	75df	602gh	5.31ch	15cf	128ab	32.8su	35.9u

حروف مشابه در هر صفت دارای اختلاف معنی‌دار (P<0.01) نمی‌باشند

The same letters in each trait are not significantly different (P<0.01)

### منابع

- 1- Boland A. M., Mitchell P. D., Goodwin I. and Jerie P. H. 1994. The effect of soil volume on young tree growth and water-use. Journal of the American Society for Horticultural Science. 119: 1157-1162.
- 2- Camposeo S., and Palasciano M. 2011. "Effect of increasing climatic water deficit on some leaf and stomatal parameters of wild and cultivated almonds under Mediterranean conditions." Scientia Horticulturae. 127: 234-241.
- 3- Chalmers D. J., Mitchell P. D., and Heek L. V. 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density, and summer pruning, Journal of the American Society for Horticultural Science. 106: 307-312.
- 4- Fernandez R.T., Perry R.L., and Flore J. A. 1997a. Drought response of young apple trees on three rootstocks: growth and development. Journal of the American Society for Horticultural Science. 122: 14-19.
- 5- Fernandez R. T., and Perry R. L. 1997b. Drought response of young apple trees on three rootstocks. II. Gas exchange, chlorophyll fluorescence, water relations and leaf abscisic acid. Journal of the American Society for Horticultural Science., 122: 841-848.
- 6- Girona J., Marsal J., Cohen M., Mata M., and Miravete C. 1993. Physiological and yield response of almond (*Prunus dulcis* L.) to different irrigation regimes. Acta Horticulturae. 335: 389-398.
- 7- Goldhamer D. A., and Viveros M. 2000. Effects of pre harvest irrigation cut off durations and post harvest water

- deprivation on almond tree performance. *Irrigation Science*.19:125-131.
- 8- Gispert J. R., Vargas F. J. 2011. "Assessment of drought tolerance in almond varieties." *Acta Horticulture*. 912: 121-127.
  - 9- Higa T. 2000. What is EM technology? *EM World Journal*. 1: 1-6.
  - 10- Hsiao T. C. 1993. Growth and productivity of crops relation to water status. *Acta Horticulturae*. 335: 135-148.
  - 11- Hu Y., and Schmidhalter U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Plant Nutrition*. 168, 541-549.
  - 12- Jagnow G., Hoflich G., and Hoffmann H. 1991. Inoculation of non symbiotic rhizospher bacteria, possibilities of increasing and stabilizing yield. *Angew botonic*. 65: 97-126.
  - 13- Javadi T. 2003. The Effects of Water Stress on physiological and biochemical characteristics of 9 Asian pears genotypes (*Pyrus serotona* Rehd). Thesis PhD, Department of Horticulture, Tarbiat Modarres University.
  - 14- Khaliq A., Kaleem Abbasi M., and Hussain T. 2006. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technol*. 97: 967-972.
  - 15- Lim T.D., Pak T.W., and Jong C.B. 1999. Yields of Rice and Maize as Affected by Effective Microorganisms. Pp. 92-98. In: Senanayake, Y.D.A and U.R. Sangakkara, (eds.). *Kyusei Nature Farming and Effective Microorganisms*. Proceedings of the 5th International Conference on Kyusei Nature Farming and Effective Microorganisms for Agricultural and Environmental Sustainability. Bangkok, Thailand.
  - 16- Manda T. H. E. 1995. Physiological techniques for evaluation and screening of drought tolerance in lowland tropical maize (*Zea mays* L.). M. Sc thesis. Dep. Plant.
  - 17- Mohamed F., Sahain M., Elham Z., Motty A., Mohamed H., and Shiekh El. 2007. Effect of Some Bio stimulant on Growth And fruiting Of Anna Apple Trees in Newly Reclaimed Areas. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*.3(5): 422-429.
  - 18- Mousavi S.A., Tary M., Mehnat cashe A.M., and Haqyqy B. 2009. Drought response of young seedling vegetative growth of five almond cultivars to water deficit. *Seed and Plant Improvement Journal*.25.4 (1), 551-567.
  - 19- Nortés P. A., Pérez-Pastor A., Egea G., Conejero W., and Domingo R. 2005. Comparison of changes in stem diameter and water potential values for detecting water stress in young almond trees. *Agricultural Water Management*, 77 : 296-30
  - 20- Paschoal A. D., Homma S. K. and Sanches A. B.1998. Effect of EM on Soil Quality, Fruit Quality and Yield of Orange Trees in a Brazilian Citrus Orchard. . Fourth international conference on Kyusei nature farming, Proc. Conf., Paris, France, 19-21 June 1995. p. 103-111.
  - 21- Romuald G., and Kleibier T. 2010.Effect of effective microorganisms (EM) on nutrient contents in substrate and development and yielding of Rose (*Rosa x hybrida*) and Gerbera (*Gerbera jamesonii*) *Ecological Chemistry and Engineering's*. 17( 4).
  - 22- Rouhi V., Samson R., Lemeur R. & Van Damme P. (2007). Photosynthetic gas exchange characteristics in three different almond species during drought stress and subsequent recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 59, 117-129.
  - 23- 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.
  - 24- Sands R., and Mulligan, D. R. 1990. Water and nutrient dynamics and tree growth. *Forest Ecology and Management*. 30: 91-111.
  - 25- Sardabi H., and Daneshvar H. A. 2006. "responses of cultivation and wild almonds to water stress. *Acta Horticulturae*. (ISHS) 726: 311-316.
  - 26- Save R., Bill C., Domingo R., Ruiz-Sanchez M. C., and Torrecillas A. 1995. Some physiological and morphological characteristics of citrus plants for drought resistance. *Plant Science*.110: 167-172.
  - 27- Seeley S. 1990. Hormonal transduction of environmental stresses. *Hort Science* .25: 1369-1376.
  - 28- Sepaskhah A. R., and Maftoun M. 1981. Growth and chemical composition of pistachio seedlings as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. II: Chemical composition. *Journal of Horticultural Sciences*., 57: 469-476.
  - 29- Shokouhian A. A., Davarynejad GH., Tehranifar A., Imani A., and Rasoulzadeh A. 2013. Evaluation of the Effects of Effective Microorganisms under Water Stress Conditions on Flower Buds Formation of two Almond Genotypes. *Journal of Horticultural Science Vol. 27, ( 2 ), P. 217-226*.
  - 30- Shyrbany Q., Shur M., and Davarinezhad Gh.h. 2012. Evaluation Stomatal characteristics edible fig under Water Stress Conditions. *iranian journal of horticultural science*. 43 ( 2 ), P. 125-133.
  - 31- Torrecillas A., Alarcón J. J., Domingo R., Planesa J., and Sánchez-Blanco M. J. 1996. Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. *Plant Science*. 118: 135-143.
  - 32- Torrecillas A., Galego R., Perez-Astor A., and Ruiz-Sanchez M. C. 1999. Gas exchange and water relations of young apricot plants under drought conditions. *Journal of Agricultural Science*. 132: 445-452.
  - 33- Tshipouridis C., Thomidis. 2004. Rooting of 'GF677' (almond × peach hybrid) hardwood cuttings in relation to hydrogen peroxide, moisture content, oxygen concentration, temperature and pH of substrate. *Australian Journal*



- of Experimental Agriculture. 44(8) 801–806.
- 34- 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.
- 35- Turner N. C. 1997. Further progress in crop water relations. Adv. Agron., 58: 293-338.
- 36- Van Loon C. D. 1981. Effect of water stress on potato growth, development and yield. The American Journal of Potato Research. 58: 51-69.
- 37- Wang R., Xu H.L and Mridha M.AU. 2000. Effect of Organic Fertilizer and EM Inoculation on Leaf Photosynthesis and Fruit Yield and Quality of Tomato Plants. Journal of Crop Production, 3(1):173-182.
- 38- Xu H.L. 2000. Effect of a Microbial Inoculant, and Organic Fertilizer, on the Growth, Photosynthesis and Yield of Sweet Com. Journal of Crop Production, 3(1): 183-214.
- 39- Yadollahi A., Arzany K., and Abady A. 2009. Identification Morphological markers associated with drought tolerance in Almond (*Prunus dulcis* Mill). . iranian journal of horticultural science. 40 ( 1 ), P. 1-12.
- 40- Zaenudin S. 1995. Effective Microorganisms (EM4) technology in Indonesia. Proc. Of Second Conference of Effective Microorganisms. P.80-81.
- 41- Zamani Z., Taheri A., Vezvaei A., and Poustini K. 2002. Proline content and stomatal resistance of almond seedlings as affected by irrigation intervals. Acta Horticulturae. 491: 411-416.