ارزیابی اثرات تنش آبی و ریز موجودات مفید بر خصوصیات بیوشیمیایی پایه‌های رویشی بادام

علی اکبر شکوهیان[۱*]، غلامحسین داوری نژاد[۲]، علی تهرانی فر[۲]، علی رسولزاده[۳] و علی ایمانی[۴]

[۱] **اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی،دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی**

[۲] **مشهد**، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی

[۳] **اردبیل**، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

[۴] **کرج، موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال، بخش تحقیقات باغبانی**

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۶

چکیده

در راستای انتخاب پایه‌های جدید مقاوم به کم آبی و شناسایی نشانگرهای بیوشیمیایی مرتبط با این شرایط، بررسی اثر تنش آبی و ریز موجودات مفید (*Effective microorganism (Em)*) بر خصوصیات بیوشیمیایی قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه‌های رویشی بادام در گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد در طی سال‌های۹۱ – ۱۳۸۹ مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. این طرح به صورت فاکتوریل ۳× ۲× ۴ در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح آبیاری کامل (نگهداری رطوبت در حد ظرفیت مزرعه)، آبیاری موقعی که ۳۳ درصد و ۶۶ درصد آب قابل نگهداری تخلیه شده باشد و ۴ فاکتور پایه شامل قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه-های رویشیGF677، دو هیبرید طبیعی انتخابی هلو× بادام (H1,H2) و قلمه‌های ریشه‌دار شده رقم جوین، با دو سطح غلظت ریز موجودات مفید (Em) شامل شاهد (صفر) و محلول یک درصد در ۴ تکرار اجرا شد. صفات کلروفیل B، A و کلروفیل کل، میزان قندهای محلول، نشاسته، پروتئین و پرولین موجود در برگ و ریشه اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین سطوح پایه‌ها و آبیاری در تمام صفات مورد بررسی از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان داد که سطوح ریز موجودات مفید در صفات پرولین، نشاسته و پروتئین برگ و ریشه و کلروفیل A تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و کلروفیل B در سطح احتمال ۵ درصد داشتند. مقدار پرولین و نشاسته در برگ و ریشه با مصرف Em نسبت به شاهد کاهش ولی درصد پروتئین در سطح احتمال ۵ درصد افزایش داشت. مقدار کلروفیل وابسته به نوع کلروفیل و تیمار اعمال شده بر گیاه متفاوت بود. با توجه به نتایج بدست آمده، صفات پرولین، قندهای محلول و پروتئین برگ، نشانگرهای مناسبی به‌منظور بررسی تحمل به خشکی بادام محسوب و هیبرید طبیعیH1، پایه مقاوم به شرایط خشکی شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، پرولین، کلروفیل، قندها، زنده‌مانی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۴۵۵۲۶۲۸ ، پست الکترونیکی: shokouhiana@yahoo.com

مقدمه

بادام نقش مهمی در اقتصاد کشاورزی نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران دارد. صفت مقاومت به کم آبی در بین پایه‌های بادام متفاوت است (۶). گیاهان روش-های مختلفی را در مواجه با کم آبی به‌کار می‌گیرند، درک این شیوه‌ها موجب تصمیم گیری مناسب در مدیریت آبیاری و استفاده از ژنوتیپ‌های کارآمد در چنین شرایطی می‌شود (۱۸).

گونه‌های گیاهی در شرایط متفاوت محیطی با تجمع مواد محلول در سلول پتانسیل آبی خود را بدون تغییر در آماس، کاهش می‌دهند. این مواد شامل اسیدهای آمینه، قندها، الکل‌های قندی، یون‌ها (پتاسیم(K+))، اسیدهای آلی، آمیدها، آمین‌ها و گروه‌های بتائین می‌باشند که در پاسخ به تنش ساخته یا ذخیره می شوند. تجمع این مواد سبب کاهش پتانسیل آب اندام‌های گیاهی و متعاقباً ایجاد شیب پتانسیل آب نسبت به محیط خارج شده که در چنین حالتی جذب آب توسط گیاه امکان‌پذیر می‌گردد (۳۳). تجمع پرولین در تمام اندام‌های گیاه در طی تنش وجود دارد که به عنوان شاخصی برای گزینش ارقام متحمل به تنش بکار می‌رود (۱). در شرایط تنش، قندها از طریق تنظیم اسمزی و تورژسانس سلول‌ها، از پایداری غشاء و پروتئین محافظت می‌کنند (۱۲). بررسی‌هایی در خصوص تأثیر تنش بر کاهش کلروفیل در گیاهان مختلف از جمله پسته و بنه (۵۰) و ذرت (۲۹) انجام شده است. گزارش‌های زیادی در خصوص استفاده از نشانگرهای بیوشیمیایی، فیزیولوژی و مورفواوژی به منظور شناسایی پایه‌ها و ارقام بادام متحمل به تنش ارائه شده است. از جمله می‌توان به بررسی‌های اساک ایدس(۲۳)، سردابی و همکاران (۳۹)، روحی (۳۷)، زمانی و همکاران (۹)، کامپوزه و همکاران (۱۷)، کریمی و همکاران (۲۷)، یداللهی و همکاران (۹) اشاره کرد.

ترکیبی از باکتری‌های اسید لاکتیک و فتوسنتزی، اکتنومیست‌ها، مخمرها و سایر موجودات زنده ازجمله قارچ‌های تخمیری در زمره ریزموجودات مفید (Em) قرار می‌گیرند. این موجودات روی کیفیت خاک، رشد گیاه، عملکرد محصول و کیفیت آن مؤثرند و باعث افزایش کارایی گیاه می‌شوند (۲۰). ترکیب EM ریزموجودات مفید را در خاک و گیاه افزایش می‌دهد، این ماده در کشاورزی ارگانیک برای بهبود عملکرد و کیفیت محصول نیز مورد استفاده می‌باشد(۵۱).

هدف این تحقیق بررسی و ارزیابی صفات بیوشیمیایی پایه‌های بادام در شرایط تنش کم آبی و تأثیر ریزموجودات مفید بر این صفات به‌منظور شناسایی نشانگرهای بیوشیمیایی مرتبط با کم آبی و انتخاب و معرفی پایه‌های جدید متحمل به تنش بر اساس نشانگرهای مناسب شناخته شده بوده است.

مواد و روشها

در این پژوهش قلمه‌های ریشه‌دار شده پایه رویشی GF677 و دو پایهH1 و H2 از دورگه‌های طبیعی بادام، انتخابی از کلکسیون مادری مؤسسه نهال و بذر کرج و قلمه‌های یک رقم بادام محلی منتخب از کشت و صنعت جوین در گلدان‌های با دهانه ۳۰ و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری (جرم ۲۷ کیلوگرم) کشت و در طی سال‌های۹۱-۱۳۸۹ در فضای باغ تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد نگهداری شدند. نهال‌ها از اول اردیبهشت تا پایان خرداد ماه به مدت ۶۰ روز با آبیاری و تغذیه کامل نگهداری و در طول این مدت تیمار ریزموجودات مفید پیش از تیمارهای تنش بر روی گیاهان اجرا شد تا اثرات احتمالی آن در گیاه تثبیت شود. در هر مرحله از آبیاری محلول Em را که ترکیبی از Em3 (حاوی ۹۰ درصد باکتری‌های فتوسنتزی) و Em4 (با ۹۰ درصد ریز موجودات تولیدکننده اسید لاکتیک) به نسبت مساوی بود به غلظت یک درصد (۱۰ سی سی در یک لیتر برای هر گیاه در هفته) تهیه و به نصف از گلدان‌ها (۴۸ گلدان) با آب آبیاری به خاک داده شد. ۴۸ گلدان باقیمانده (شاهد) به همان اندازه با آب معمولی که دارای هدایت الکتریکی ۱/۵ میلی‌موس بر سانتیمتر، کل املاح ۸۱۰ میلی گرم بر لیتر، کلر ۴۵ میلی گرم بر لیتر سدیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و بیکربنات ۶۴ میلی گرم در لیتر بود، آبیاری شدند. به دنبال آن از اواسط تیر ماه سه سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (نگهداری رطوبت در حد ظرفیت مزرعه)، و آبیاری موقعی که ۳۳ درصد و ۶۶ درصد آب قابل نگهداری تخلیه شده

باشد، اعمال گردید. به منظور تعیین وضعیت رطوبتی گلدان‌ها، روزانه تمامی آنها وزن و بدین ترتیب نقصان رطوبتی با اضافه نمودن آب در حد تنش مورد نظر جبران گردید. غلظت کلروفیل A، B و کلروفیل کل از روش آرنون (۱۱)، استخراج نشاسته با روش مک‌کریدی و همکاران (۲۸)، قندهای محلول در برگ و ریشه با استفاده از روش تغییر داده شده شلیگل (۴۲)، پروتئین با روش برادفورد (۱۵) و پرولین به شیوه بتیز و همکاران (۱۳) اندازه گیری شد. در نهایت درصد نهال‌های باقیمانده (زنده‌مانی) با معادله زیر محاسبه شد.

۱۰۰ × تعداد نهال اولیه ÷ تعداد نهال باقیمانده = درصدزنده‌مانی

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل ۳× ۲× ۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح آبیاری، ۴ فاکتور پایه و دو سطح غلظت ریزموجودات مفید (Em) در ۴ تکرار اجرا شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار JUMPS استفاده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD (P<۰/۰۱) انجام شد و نمودارها بوسیله نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج

بین سطوح پایه‌ها در تمام صفات بیوشیمیایی مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول های ۱ و ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم جوین بیشترین و پایهH1 کمترین مقدار کلروفیل کل را در یک گرم ماده تازه داشته‌اند. از نظر کلروفیل A بیشترین مقدار توسط پایه H2 و کمترین در پایه GF677 تولید شد. در خصوص کلروفیل B پایه GF677 بیشترین و دو پایه H2 و H1 پایین‌ترین تولید را داشتند و در این خصوص بین این دو پایه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده نشد. پایه‌ها در سطح احتمال یک درصد در صفت زنده‌مانی تفاوت معنی‌داری داشتند. بیشترین درصد بقاء در پایه GF677 و H1 و کمترین درصد در قلمه‌های رقم جوین مشاهده شد(جدول۳). از نظر پرولین پایه H2 بیشترین و رقم جوین کمترین مقدار را در برگ داشتند در حالی که GF677 بالاترین و پایه H1پایین‌ترین سطح پرولین را در ریشه داشتند(جدول۳).

بیشترین مقدار قندهای محلول موجود در برگ و ریشه در قلمه‌های GF677 بود که تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد با پایه‌های H2 و نهال‌های حاصل از قلمه‌های رقم جوین داشت ولی در این خصوص تفاوتی بین این پایه و هیبرید طبیعی H1 مشاهده نشد. در صفت مذکور بین دو پایه H2 و قلمه‌های رقم جوین نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین قندهای محلول موجود در ریشه مربوط به هیبرید طبیعی H1 و کمترین مقدار به پایه H2 تعلق داشت که تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد با پایه-های دیگر داشتند(جدول۳). میزان نشاسته پایه‌ها نیز با هم متفاوت بود. در هر دو بخش برگ و ریشه، پایه H2 بیشترین و قلمه‌های رقم جوین کمترین مقدار را داشتند(جدول۳). بیشترین درصد پروتئین برگ در پایه GF677 مشاهده شد که با سایر پایه‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. بین دو پایه H2 و H1 و رقم جوین تفاوت معنی-داری در سطح یک درصد در این صفت وجود نداشت. بیشترین درصد پروتئین ریشه نیز در پایه GF677 مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با هیبرید طبیعی H1 نداشت و کمترین درصد پروتئین در ریشه‌های پایه H2 ذخیره شده بود(جدول۳).

نتایج نشان داد بین سطوح آبیاری در صفات بیوشیمیایی مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری وجود دارد(جداول ۱و ۲). در صفت میزان کلروفیل کل، A و B بین سطوح آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین مقدار کلرفیل کل و B در آبیاری کامل و کمترین غلظت کلروفیل کل در تیمار آبیاری ۶۶ درصد تخلیه آب قابل نگهداری و پایین ترین

سطح کلروفیل B در تیمار آبیاری ۳۳ درصد تخلیه آب قابل نگهداری مشاهده شد(جدول۳). در خصوص کلروفیلA نتیجه متفاوت بود. بیشترین مقدار در تیمار ۳۳ درصد تخلیه آب قابل نگهداری مشاهده شد که با دو سطح شاهد و ۶۶ درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی برگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل	پرولین	قند	نشاسته	A کلروفیل	پروتئین	B کلروفیل
پایه	۳	۱۱ /۳**	۱۳ /۱۴۲**	۱۶۳۳/۰۸**	۴۱۱۸/۶۹**	۱۳/۰۱۱**	۳۷/۴۱۱**	۳/۹۹۵**
EM	۱	ns ۰/۶۱۷	۱۸/۹۵۹**	ns ۱۳۶/۴۴	۳۸۴۲/۸۱**	۱/۹۳۸**	۹/۰۹۲ **	۰/۱۵۲۷*
تنش آبی	۲	۱۵/۱۵۴۵**	۷/۷۸۶**	۸۶۴۶/۸۵**	۱۴۳۸۴/۱**	۶۳۴/۸۹۲**	۳۴/۲۸۳**	۱/۶۱**
پایه × EM	۳	۲۲/۵۶۴**	۱۲/۸۵۳**	۴۴۳۲/۳۸**	۵۳۴۸/۴۱**	۵/۴۱۱**	۳۶/۵۵**	۱۳/۰۴**
آبیاری× پایه	۶	۱۰/۵۵ **	۱/۶۹۲۵**	۵۵۴/۵۵**	۲۹۲۶ **	۱۴/۸۴**	۱۲/۶۷۶**	۴/۴۲۶ **
آبیاری × EM	۲	۲/۹۴۶ **	۰/۵۱۹۷۵**	۸۵۴/۵۵**	۱۵۸/۳۸ **	۳/۳۵**	۴/۷۵۱**	۰/۵۰۶ **
آبیاری×پایه×EM	۶	۱۸/۵۸۳**	۱/۰۳۴۹**	۳۱۹/۳۱۱**	۲۰۹/۱ **	۱۱/۵۹**	۲۵/۴۱**	۱/۲۱۳ **
اشتباه	۱۶۴	۰/۰۴۹	۰/۰۰۰۲۳	۲۱/۲۳	۱/ ۹۸	۰/۰۱۶۴۷	۰/۵۲۸۷	۰/۲۴۸۲
ضریب تغییرات (٪)		۱/۸۱	۰/۴۸	۳/۵۷	۰/۷۸	۱/۸۹	۲/۷۵	۲/۹۶

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول۲- تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی ریشه و درصد بقاء گیاه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		پرولین	قند	نشاسته	پروتئین	زنده‌مانی
پایه	۳	/۳۴۵۲**	۱۳ ۹۹/۴۴**	۴۷/۲۸۸**	۲۷/۶۱۲**	۱۲۶۳۲/۵**
EM	۱	۴/۱ **	ns ۴/۴۹۴۵	۳۷۱۰/۳۸ **	۴۲/۹۹۹ **	ns ۴/۵۰۵
تنش آبی	۲	۱/۲۶۶**	۳۱۶۳**	۱۴۱۸۱/۱**	۵/۶۹۸ **	۶۷۴۱/۸۷**
پایه × EM	۳	۱/۶۳۲**	۷۰۸/۵ **	۵۳۶۳/۸۶**	۱۲/۱ **	۳۰۹۲/۴**
آبیاری × EM	۲	۰/۱۲۲ **	۵۸/۴۴**	۲۷۸۶**	۳ /۰۳۴**	۱۸۷۴/۹**
آبیاری× پایه	۶	۰/۰۷ **	۲/۶۵۷*	۲۰۰/۵۵**	ns ۱/۰۰۵	۹۱۰/۶۵**
آبیاری×پایه×EM	۶	۰/۰۷۸**	۲۷۷/۵۸**	۱۹۰/۴۵**	۵۲/۷۱۳ **	۸۸۰/۷۷**
اشتباه	۱۶۴	۰/۰۰۳۲۳	۰/۷۸۲	۱/۵۶	۰/ ۰۲۲۷	۳۲/۳۳
ضریب تغییرات (٪)		۰/۹۹	۰/۶	۰/۶۹	۲/۵	۲/۶۴

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول۳- مقایسه میانگین اثر پایه {GF677، H1،H2 و بادام(cj)} سطوح تخلیه آب قابل نگهداری خاک (AW) شامل AW66 ، AW33% و آبیاری کامل (0%) و Em {یک درصد (E1) و شاهد(E0)} بر صفات مورد مطالعه

تیمار	کلروفیل	پرولین	قند	نشاسته	کلروفیلA	پروتئین	کلروفیلB	پرولین ریشه	قند ریشه	نشاسته ریشه	پروتئین ریشه	بقای نهال
GF	۰/۴۰۳c	۰/۷۵c	۵۲/۵a	۶۵/۳b	۰/۱۸۴d	۱۰/۶a	۰/۲۱۹a	۰/۷۵۸a	۵۴/۲b	۶۵/۲b	۱۲/۴a	۹۶a
H1	۰/۳۸۲d	۱/۲۸b	۴۹ab	۵۸/۵c	۰/۲۱۳c	۹/۳۱b	۰/۱۶۴c	۰/۵۵۴d	۵۶/۸a	۶۰/۷c	۱۲ab	۸۷b
H2	۰/۴۵۶b	۱/۷۷a	۴۱c	۷۵/۹a	۰/۲۹۲a	۸/۷۳ bc	۰/۱۶۳c	۰/۶۳bc	۴۵/۸d	۷۶/۷a	۱۰/۸d	۶۷c
cj	۰/۴۸۸a	۰/۶۳c	۴۰/۳c	۵۴/۸d	۰/۲۸۱b	۸/۷۶bc	۰/۲۰۷b	۰/۶۳۵b	۴۷/۸c	۵۴/۸d	۱۱/۳c	۶۲d
AW66%	۰/۳۸c	۱/۴۸ a	۳۸c	۴۷/۹c	۰/۱۸۷c	۹/۱c	۰/۱۸۷b	۰/۷۸۶a	۴۴/۵c	۴۸/۸c	۱۱/۹a	۶۸c
AW33%	۰/۴۳۶b	۱/۰۵ b	۴۶/۳b	۶۵/۳b	۰/۳۰۳a	۹/۹ab	۰/۱۷۳c	۰/۶۳۸b	۵۱/۸b	۶۵/۸b	۱۲a	۷۸b
AW0%	۰/۴۵۱a	۰/۷۹c	۵۹/۴a	۷۷/۷a	۰/۲۳۶b	۱۰/۳a	۰/۲۰۵a	۰/۵۰۵c	۵۸/۶a	۷۸/۵a	۱۱/۶b	۸۸a
E1	۰/۴۳ab	۰/۷۹b	۴۶/۴a	۵۹/۲b	۰/۲۳۲b	۱۰/۱ a	۰/۱۹۱ a	۰/۴۹۷ b	۵۱/۵b	۶۰b	۱۲/۱a	۹۸ a
E0	۰/۴۳۸a	۱/۴۲a	۴۴/۷b	۶۸/۱a	۰/۲۵۲ a	۹/۱۴ b	۰/ ۱۸۵b	۰/۷۸۹ a	۵۱/۸a	۶۸/۸a	۱۱/۲b	۹۸ a

حروف متفاوت (حروف بین دو حرف به منزله عدم تفاوت است) بیان کننده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

میزان پرولین برگ و ریشه با شدت تنش رابطه مستقیم داشت. بیشترین مقدار پرولین را سطح آبیاری ۶۶ درصد تخلیه و کمترین را آبیاری کامل داشتند (جدول۳). بیشترین مقدار قندهای محلول و نشاسته در برگ و ریشه مربوط به آبیاری کامل و کمترین مقدار در تیمار آبیاری ۶۶ درصد تخلیه آب قابل نگهداری مشاهده شد(جدول۳) که در سطح احتمال ۵ درصد با هم متفاوت بوده‌اند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین برگ از سطح آبیاری کامل و کمترین درصد از تیمار آبیاری ۶۶ درصد تخلیه آب قابل نگهداری خاک حاصل شده است(جدول۳) این در حالی است که با افزایش شدت کم آبی مقدار ذخیره پروتئین ریشه افزایش یافت. بیشترین مقدار این ماده در سطح آبیاری ۶۶ درصد تخلیه و کمترین درصد در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد. در صفت زنده-مانی نهال‌ها بیشترین درصد از سطح آبیاری کامل و کمترین درصد از آبیاری۶۶ درصد تخلیه آب قابل نگهداری حاصل شد (جدول۳).

نتایج این تحقیق نشان داد که سطوح ریز موجودات مفید در صفات پرولین، نشاسته و پروتئین برگ و ریشه و کلروفیل A دارای اثرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و کلروفیل B در سطح احتمال ۵ درصد بوده‌اند. ولی در این تیمار تفاوتی در مقدار کلروفیل کل و قند برگ و ریشه مشاهده نشد (جدول های ۱ و ۲). پرولین و نشاسته در برگ و ریشه با مصرف Em نسبت به شاهد کاهش ولی درصد پروتئین ذخیره شده افزایش معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد داشت(جدول۳). مقدار کلروفیل برگ تابع نوع کلروفیل و تیمار اعمال شده بود. تیمار شاهد کلروفیل A و تیمار Em کلروفیل B بیشتری داشتند (جداول۳). قند موجود در برگ و ریشه پایه‌های مورد آزمایش تحت تاثیر اثر متقابل تیمارها بود و میزان آن در هر دو تیمار ریزموجودات مفید در شرایط آبیاری کامل بیشتر و با کاهش سطح آبیاری از مقدار آن کاسته شده است(جدول۴). قند ریشه Gf677 با کار بردن Em در دو سطح آبیاری کامل و ۳۳ درصد تخلیه افزایش و در سطح ۶۶ درصد کاهش یافت ولی قند برگ در هر سه سطح آبیاری، با مصرف Em تفاوت معنی‌داری درسطح احتمال یک درصد نداشت. این ماده در ریشه‌های رقم جوین در هر سه سطح آبیاری، تحت تاثیر ریز موجودات مفید کم شد اما در میزان قند برگ تفاوتی مشاهده نشد. قندهای محلول در ریشه و برگ هیبریدهای طبیعی H1 وH2 تحت

تاثیر تیمار مصرف Em در هر سه سطح آبیاری نسبت به شاهد افزایش داشت (جدول۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل پایه {GF677، H1، H2 و رقم جوین(cj)} سطوح تخلیه آب قابل نگهداری خاک (AW) شامل AW66، AW33%و آبیاری کامل(0%) و Em{یک درصد (E1) و شاهد(E0)} بر صفات مورد مطالعه

تیمار	کلروفیل	پرولین	قند	نشاسته	کلروفیلA	پروتئین	کلروفیلB	پرولین ریشه	قند ریشه	نشاسته ریشه	پروتئین ریشه	بقای نهال
GF,E0,66	۰/ ۴۳۷ fh	۰/۸۷np	۴۱hm	۴۱/۴p	۰/۱۵۸no	۱۲/۶۷a	۰/۲۷۹bc	۰/۸۸cd	۵۲n	۴۱/۵p	۱۰/۶l	۹۲ac
GF,E033	۰/۵۷۳d	۰/۸۶np	۵۲be	۵۲/۴m	۰/۳۵۶c	۹/۴۸ei	۰/۲۱۷bg	۰/۸۶ce	۵۳/۲jk	۵۲/۲m	۱۰/۶l	۹۶ab
GF,E0,0	۰/۶۲۲c	۰/۷۱qr	۸۲/۵b	۸۲/۴a	۰/۱۶۷i	۱۰/۶ce	۰/۳۵۷a	۰/۷۵gi	۵۸/۷e	۸۲/۱e	۱۴/۴b	۱۰۰a
GF,E1,66	۰/۳۴۱s	۰/۷۹pq	۵۲/۹hk	۶۳/۴j	۰/۵۷۷v	۱۰dg	۰/۱۸۳ej	۰/۸dg	۴۲/۲tu	۶۳/۱l	۱۴/۶a	۹۲ac
GF,E1,33	۰/۴۰۵or	۰/۷۴qr	۵۳/۶bd	۷۱/۷h	۰/۲۰۶k	۱۲/۴ab	۰/۱nq	۰/۷۴gi	۵۴/۵hj	۷۱/۷j	۱۲/۶gh	۹۶ab
GF,E1,0	۰/ ۴۴ mn	۰/۵۲۳t	۵۸/۸b	۸۰/۵bc	۰/۱۶۲ lo	۱۰/۶ce	۰/۱۷۸fk	۰/۵۲۴m	۶۴/۷a	۸۰/۳ei	۱۱jk	۱۰۰a
H1,E0,66	۰/۱۷۷t	۱/۷۵i	۲۲/۸ts	۷۶fg	۰/۷۷۵t	۱۰dg	۰/۱mp	۰/۷۶۷fh	۳۳/۱x	۷۷/۹hj	۱۱jk	۸۷bd
H1,E0,33	۰/۳۲mo	۱/۹۳h	۳۱/۸oq	۷۷/۱ef	۰/۲۳۳j	۹/۳fi	۰/۰۹pr	۰/۳۴nq	۴۲/۶st	۷۸/۲h	۱۱/۶i	۹۶ab
H1,E0,0	۰/۵۲ef	۰/۷۲qr	۴۳/۷hi	۷۸/۱de	۰/۳۳۷d	۹/۲۳fj	۰/۱۸۵ej	۰/۳۱۸ot	۵۵/۲h	۸۱/۷ef	۱۳/۲f	۱۰۰a
H1,E1,66	۰/ ۱۴jk	۳/۲۶d	۴۲/۵hl	۳۴/۵rt	۰/۱۸۶kl	۵/۷op	۰/۲۳۱bf	۰/۸۷cd	۴۸/۷op	۴۱/۸p	۱۳/۸d	۳۴jk
H1,E1,33	۰/۴۲gi	۱/۱۱m	۵۰/۵cg	۵۰n	۰/۲۷۱fh	۸/۳gm	۰/۱۵gn	۰/۷۱۵gl	۵۴/۹hi	۴۲/۵o	۱۲/۳hi	۹۳ac
H1,E1,0	۰/۵۰gh	۰/۹۱۴n	۵۱/۲cf	۶۰/۲k	۰/۱۷۱in	۱۰/۳de	/۲۳۳bf	۰/۳۲os	۵۸/۱gf	۴۲/۲o	۱۰/۸k	۱۰۰a
H2,E0,66	۱/۱۵nq	۳/۸۸ab	۳۵/۶ko	۳۰/۵u	۰/۷۴۶u	۴/۳rpr	۰/۰۷ps	۱/۱۹a	۴۰ vw	۴۵/۵n	۱۰/۳m	۴۵ik
H2,E0,33	۰/۵۳۹g	۲/۸۳f	۴۰/۶	۳۴/۹rs	۰/۱۲۶s	۴/۸pq	۰/۰۴۱pt	۰/۸۴۸cf	۴۳s	۹۰/۵cd	۹/۶p	۵۰ij
H2,E0,0	۰/۶۶۵b	۱/۷۲ig	۵۳/۵bd	۷۶fg	۰/۲۵۴hi	۱۰dg	۰/۱۴۴go	۰/۷۲۵k	۵۸/۶ef	۹۶/۱ab	۸/۷۵q	۷۳dg
H2,E1,66	/۴۵۵m	۰/۹۱۵n	۳۴/۱kp	۳۷/۱q	۰/۲۰۶k	۱۰/۳df	۰/۲۴۸be	۰/۴no	۳۹/۳v	۳۹/۱pq	۱۰/۶l	۷۵dg
H2,E1,33	۰/۴۵۵f	۱/۶۶jk	۳۸/۳kn	۸۱/۱ab	۰/۴۵۱b	۸/۴۵gl	۰/۲۰۴dh	۰/۳۵np	۴۵r	۹۱/۷c	۱۱/۱j	۷۷df
H2,E1,0	۰/۶۶۷b	۰/۶۱s	۴۴/۱h	۷۶/۹fg	۰/۱۳۲r	۱۱/۶bc	۰/۱۷۵fl	۰/۲۴۹ru	۴۹/۲o	۹۷/۵a	۱۴/۳bc	۸۲de
cj,E0,66	۰/۳۱۶p	۳/۹۸a	۲۵/۳qr	۴۵/۳o	۰/۳۱e	۸/۳۸gm	۰/۲۰۴dh	۰/۹۷۴b	۵۳/۲jl	۴۵/۵n	۱۳/۵e	۴۸hi
cj,E0,33	۰/۵۶۳e	۲/۹۴e	۵۶/۹bc	۵۴/۷l	۰/۲۷۵fg	۹/۱۱gk	۰/۲۸۵b	۰/۹۵bc	۶۲bc	۵۴/۳m	۱۰/۱n	۶۳h
cj,E0,0	۰/۵۶۳c	۰/۸۸no	۶۶/۹a	۷۹/۵cd	۰/۱۵۵np	۱۰/۸cd	۰/۱۶۱ fm	۰/۸۸cd	۶۳/۲b	۷۹/۶eg	۹/۶p	۷۶df
cj,E1,66	۰/ ۳۹ jl	۳/۴۱c	۲۳/۵rt	۳۵/۸qr	۰/۲۹۱f	۶/۴o	۰/۱۲۴ ip	۰/۴۱۴n	۴۸/۲oq	۳۶/۱r	۱۰/۳m	۴۸ij
cj,E1,33	۰/۴۲hj	۲/۳۲g	۵۳/۹be	۴۵/۳o	۰/۱۴۱op	۷/۷۳gn	۰/۲۶۵ bd	۰/۳۲۱or	۵۲km	۴۵/۲n	۱۱/۶i	۵۰ij
cj,E1,0	۰/۷۱۵a	۱/۲۷l	۶۷/۳a	۶۸/۴i	۰/۵۱۲a	۹/۱۱gk	۰/۲۰۲ di	۰/۲۸pu	۶۱cd	۶۸/۳k	۱۲/۶g	۷۵df

حروف متفاوت (حروف بین دو حرف به منزله عدم تفاوت است) بیان‌کننده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

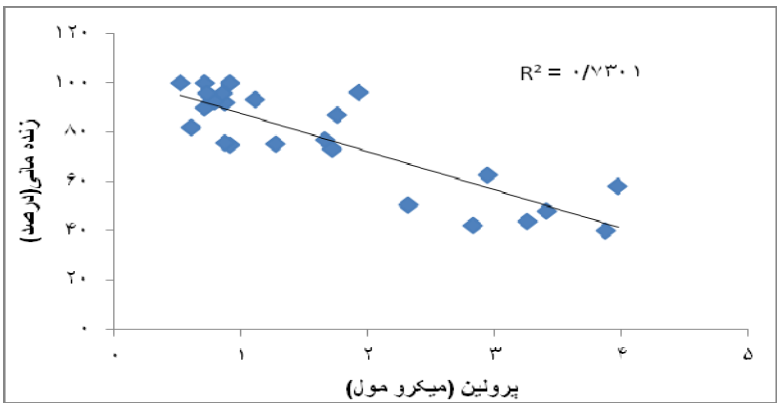
کلروفیل کل تحت تاثیر اثرات متقابل تیمارها بود و در همه پایه‌ها با کم شدن رطوبت خاک کاهش یافت. این کاهش در Gf677 با تیمارEm نسبت به شاهد به‌صورت معنی‌داری بیشتر شد ولی در رقم جوین و H2 افزایش داشت. این روند در پایهH1 ادامه یافت بنحوی‌که درشرایط تنش تحت تاثیر Em کلروفیل بیشترشد(جدول۴).

به منظور تعین نشانگرهای مرتبط به شرایط کم آبی از رابطه رگرسیون خطی استفاده شد، بر این اساس خصوصیات بیوشیمیایی پرولین برگ با R^2= ۰/۷۳، قند برگ با R^2=۰/۷۳، پروتین برگ با R^2=۰/۶۵، همبستگی بیشتری با زنده‌مانی نهال داشتند(شکل‌های ۱ تا ۳).

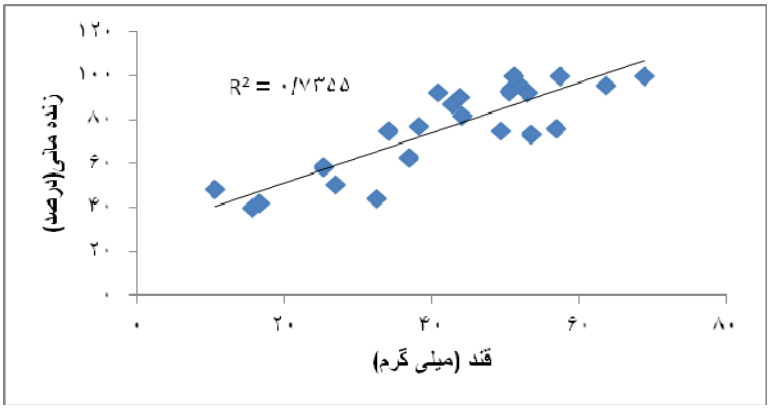
بحث

تجمع پرولین در اثر تنش آبی یک واکنش شناخته شده‌ای است (۲ و۳۴). راجندراکومار و همکاران (۳۶) گزارش کردند که پرولین با پائین آوردن دمای ذوب DNA، باعث بی ثباتی مارپیچ دو رشته‌ای DNA شده و بدین ترتیب

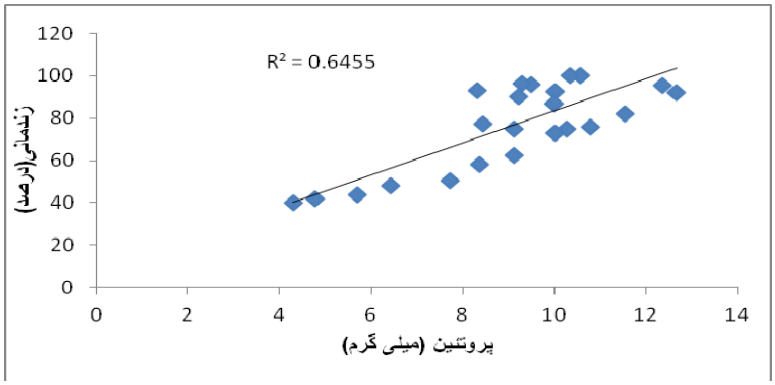
حساسیت آن را به آنزیم نوکلئاز SI، افزایش می‌دهد. با اعمال چنین کنترلی بر روی وضعیت فیزیکی DNA پرولین می‌تواند همانند سازی DNA و نسخه برداری از آن را آسان نموده و بنابراین اثر قابل ملاحظه‌ای بر زنده ماندن موجودات تحت شرایط تنش داشته باشد. نتیجه این بررسی با گزارش فرانسکو و همکاران (۱۸) انطباق دارد.



شکل ۱- رابطه پرولین برگ و درصد زنده‌مانی نهال‌ها تحت تیمارهای تنش آبی



شکل ۲- رابطه قند برگ و درصد زنده‌مانی نهال‌ها تحت تیمارهای تنش آبی



شکل ۳- رابطه پروتئین برگ و درصد زنده‌مانی نهال‌ها تحت تیمارهای تنش آبی

تفاوت‌های موجود در صفات بیوشیمیایی پایه‌ها مورد بررسی، تابع خصوصیات آنها بوده که با بررسی‌های جوادی و همکاران(۴) و دان و همکاران(۱۸) منطبق است.

در شرایط تنش ملایم با کاهش سطح برگ غلظت کلروفیلa افزایش و با افزایش تلفات آب سلول، غلظت کلروفیل نیز افزایش می‌یابد در حالی‌که تنش شدید باعث توقف در ساخت کلروفیل می‌شود(۴۴). نتایج حاضر با بررسی‌های ماسونی و همکاران(۳۰)، زاید و زید(۵۰) ؛ جوادی و همکاران(۴)، (یزدانی و همکاران(۸) در یک راستا است. میزان پرولین برگ و ریشه با شدت تنش رابطه مستقیم دارد. تنش آبی سبب افزایش پرولین برگ در نهال-های زیتون(۲)، انگور (۴۰)؛ یونجه (۱)؛ پایه‌های مرکبات(۱۸)؛ ریز نمونه‌های بادام(۲۳)؛ نهال‌های پسته(۳)؛ ریشه گلابی (۴) و پرولین ریشه مرکبات(۱۹). شده است . نتایج حاضر بوضوح با موارد ذکر شده مطابقت دارد. در این بررسی میزان پرولین انباشته شده در ریشه نسبت به برگ در شرایط تنش کمتر بود. چون تجمع پرولین در ریشه‌ها با گسترش کمتر و با تأخیر زمانی نسبت به تجمع در برگ-ها صورت می‌گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزایش پرولین در ریشه ناشی از انتقال آن از برگ می باشد. که با گزارش تایلور و همکاران(۴۵) و محمد خانی و حیدری (۳۰) همخوانی دارد.

بیشترین مقدار قندهای محلول و نشاسته در برگ و ریشه مربوط به آبیاری کامل و کمترین مقدار در تیمار آبیاری ۶۶ درصد تخلیه آب قابل نگهداری مشاهده شد که دلیل آن کم شدن فعالیت ریشه در جذب و انقال آب و مواد معدنی است که به سبب تقلیل سوخت و ساز قندها در شرایط تنش در برگ می‌شود که پیامد آن کاهش نقل و انتقالات این مواد در آوندها است(۴۷). این نتیجه با گزارش قربانلی و همکاران(۷) در خصوص برگ مطابقت دارد. همچنین نتیجه حاضر در خصوص قند و نشاسته ریشه با بررسی‌های ناتالی و همکاران(۳۱)، قربانلی و همکاران(۷) و محمدخانی، و حیدری (۳۰) منطبق است. علت این پدیده افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز می‌باشد که باعث هیدرولیز نشاسته می‌شود(۲۶). در این شرایط فتوسنتز و تجمع کربوهیدرات‌ها در برگ کاهش یافته (۲۲) در نتیجه انتقال این مواد به سمت ریشه تقلیل می‌یابد. بر این اساس با وجود هیدرولیز نشاسته کاهش میزان قندهای محلول در ریشه نسبت به شاهد(آبیاری کامل) منطقی به نظر می رسد.

بیشترین مقدار پروتئین برگ از سطح آبیاری کامل و کمترین درصد از تیمار آبیاری ۶۶ درصد تخلیه آب قابل نگهداری خاک حاصل شده که با گزارش سینگ و همکاران (۴۳) و حمودی(۵) منطبق است. علت کاهش پروتئین‌ها را در اثر تنش آبی ساخت کم (۱۰) و تجزیه آنها به‌علت افزایش فعالیت آنزیم پروتئاز(۱۶، ۲۴) می‌دانند. این در حالی است که با افزایش شدت کم آبی مقدار ذخیره پروتئین ریشه افزایش یافت. بیشترین مقدار این ماده در سطح آبیاری ۶۶ درصد تخلیه و کمترین درصد در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد. به نظر می‌رسد افزایش غلظت پروتئین‌های محلول در ریشه در شرایط تنش یک راهبرد عمومی در گیاهان باشد که از طریق تغییر پتانسیل اسمزی سلول در جهت کاهش تلفات آب گیاه عمل می‌شود(۳۳). نتایج حاصل در صفت زنده‌مانی نهال‌ها با گزارش، ساندس و مولیگن (۴۰)، جرونا و همکاران(۲۱) و بولاند(۱۴) مطابقت دارد که تابع میزان تحمل پایه‌ها به شرایط موجود بوده است.

در شرایط تنش نشاسته به قند محلول تبدیل می‌شود بر این اساس طبیعی به نظر می رسد که نشاسته کاهش پیدا کند. با توجه به نتایج همین بررسی ریز موجودات مفید در شرایط تنش خشکی عملکرد مناسبی ندارند چون شرایط برای فعالیت آنها مناسب نیست پس کاهش نشاسته درشرایط تنش و در حضو ر ریز موجودات دور از انتظار نمی باشد. ریز موجودات مفید میزان پرولین و نشاسته را در شرایط تنش کاهش می‌دهند چون گیاهان تحت تیمار

ریزموجودات از روابط آبی و تغذیه‌ای بهتری برخوردار می‌باشند و قادرند شرایط تنش را بهتر تحمل و کمتر دچار آسیب شوند(۳۵ و ۴۰). مقدار کلروفیل برگ تابع نوع کلروفیل و تیمار اعمال شده بود. دلیل آن به شرایط سنتز کلروفیل مربوط می‌شود.

قند موجود در برگ و ریشه پایه‌های مورد آزمایش تحت تاثیر اثر متقابل تیمارها بود و میزان آن در هر دو تیمار ریزموجودات مفید در شرایط آبیاری کامل بیشتر و با کاهش سطح آبیاری از مقدار آن کاسته شده است. ریزموجودات باعث افزایش قندهای محلول برگ می‌شوند. این ترکیبات با تجمع در سلول باعث کاهش پتانسیل آب برگ شده و گیاه از صدمات تنش حفظ می‌شود(۲۵ و ۴۸) . به این صورت کارایی گیاه افزایش می‌یابد (۲۱).

کلروفیل کل تحت تاثیر اثرات متقابل تیمارها بود و در همه پایه‌ها با کم شدن رطوبت خاک کاهش یافت. تاثیر تنش آب بر کلروفیل متغیر و بستگی به شرایط و ژنوتیپ گیاه دارد. از دست رفتن سریع رطوبت، موجب افزایش غلظت کلروفیل شده ولی در صورت کاهش کند رطوبت سازش در گیاه ایجاد شده و میزان کلروفیل چنان تغییر نمی کند (۴۶).

با توجه به نتایج حاصل، صفات پرولین برگ ، قندهای محلول برگ و پروتئین برگ بادام به‌عنوان نشانگرهای مناسب برای اندازه گیری میزان تحمل به خشکی در بادام تشخیص داده شد. ارتباط مثبتی بین تجمع پروتئین و مقاومت به تنش آبی در دو گونه صنوبر توسط دان و همکاران(۱۸) گزارش شده است. ارقامی که پرولین بیشتری را انباشته می‌سازند در شرایط تنش بهتر زنده مانده و بدنبال رهایی از تنش سریعتر رشد می‌کنند (۴۳) گیاهانی که دارای قندهای محلول زیادتری هستند، نسبت به تنش مقاوم تر می‌باشند(۲۶،۳۲). بنابراین توان تجمع بیشتر این مواد در برگ پایه‌های بادام می‌تواند به‌عنوان تست غربال‌گری برای شناسایی پایه‌های مقاومت به تنش آبی در برنامه‌های اصلاحی به کار رود.

نتیجه گیری

از نتایج این بررسی چنین استنتاج می شود که، هیبرید طبیعی H1 با دارا بودن مشخصات مشترک زیادتر در خصوص مقاومت به کم آبی با پایه Gf677 (شاهد استاندارد)، به‌عنوان یک پایه مقاوم به شرایط خشکی معرفی می‌شود. اثر EM بر خصوصیات بیوشیمیایی و مقاومت به خشکی تابع نوع پایه بود. بر این اساس نمی توان 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 تاثیر پذیری این مواد در تیمار آبیاری کامل که شرایط برای رشد ریزموجودات مناسب‌تر است بیشتر بود. بر این اساس تاثیر این مواد تابع شرایط محیط نیز می باشد.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم دانشگاه فردوسی مشهد به دلیل تأمین مالی و امکانات و سازمان تحقیقات کشاورزی خراسان به دلیل تأمین Em و همه دوستان و همکارانی که در مراحل اجرایی این پژوهش ما را یاری نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

۱- آخوندی م. ۱۳۸۲ . بررسی عکس العمل یونجه(*Medicago sativa L*) به تنش خشکی در مراحل جوانه زنی و گیاهچه‌ای . پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۰۱ صفحه.

۲- ارجی ع.، ارزانی ک.، و ابراهیم زاده م. ۱۳۸۲. مطالعه کمی پرولین و کربوهیدراتهای محلول در پنج رقم زیتون تحت تنش خشکی. مجله زیست شناسی ایران، ۱۶(۴) :۴۷-۵۹.

۳- باقری و.،شمشیری م.ح.، شیرانی ح.، و روستا ح.ر.۱۳۹۰.اثر قارچ میکوریز- آربسکولار و تنش خشکی بر رشد و روابط آبی، تجمع پرولین و قندهای محلول در نهال‌های دو رقم پایه‌ای پسته اهلی(Pistacia vera L.) . مجله علوم باغبانی ایران ۴۲(۴) :۳۶۵-۳۷۷.

۴- جوادی ت.، ارزانی ک.، و ابراهیم زاده، .۱۳۸۳. بررسی میزان کربوهیدراتهای محلول و پرولین در نه ژنوتیپ گلابی. *مجله زیست شناسی ایران*. ۱۷ (۴):۳۶۹ – ۳۷۸.

۵- حمودی ح. ۱۳۷۹. اثر تنش خشکی بر روی برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در گیاه آفتابگردان (رقم رکورد). پایان نامه کارشناسی ارشد . علوم گیاهی. دانشگاه ارومیه.

۶- سردابی ح.ح.، دانشور ع.،رحمانی الف.، و عصاره م.ح .۱۳۸۲. آزمایش مقاومت به خشکی چند اکوتیپ و ژنوتیپ بادام خودرو و اهلی به منظوراستفاده در جنگل کاری دیم. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران* . ۱۱ (۲) : ۲۳۲- ۲۱۹.

۷- قر بانلی م .، نوجوان م .، حیدری ر .، و فربودنیا ط. ۱۳۸۰. تغییرات قندهای محلول، نشاسته و پروتئین‌ها در اثر تنش خشکی در دو رقم نخود ایرانی (*Cicer arietinum L.*) نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم .۱ (۱):۵۳-۳۸.

۸- یزدانی ی. ت.، ارزانی ک.، و ارجی ع .۱۳۸۴. تعدیل تنش خشکی به وسیله پکلوبوترازول روی زیتون ارقام بلیدی و میشن . پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه علوم باغبانی. دانشگاه تربیت مدرس.

۹- یداللهی ع.، ارزانی ک.، و عبادی ع. ۱۳۸۸. شناسایی نشانگرهای مورفولوژیک مرتبط با مقاومت به خشکی در بادام (*Prunus dulcis Mill*). *مجله علوم باغبانی ایران*، دوره ۴۰، شماره ۱ :۱- ۱۲.

10- Antolin M .C., & Sonchez D.M.1993.Effects of temporary droughts on Photosynthesis of Alfa alfa plants. *J.of experimental Botany*. 103: 1035-1040.

11- Arnon D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts .polyphenol oxidase in Beta Vulgaris. *Plant Physiol*. 24(1): 1–15.

12- Bartels D., and Sunkar R. 2005. Drought and salt tolerance in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24: 23-58.

13- Bates l., Waldren P. P., & Teare J. D. 1973. Rapid determination of the free praline of water stress studies. *Plant Soil*. 39: 205-207.

14- Boland A. M., Mitchell P. D., Goodwin, I. & 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.

15- Bradford M. N. 1979. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. *Annual Biochemistry*. 72: 248-254.

16- Bray A.E.1993.Molecular responses to water deficit. *plantphysiology*. 103: 1035-1040.

17- Camposeo S., & 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.

18- Dan ,P.,Wangxia ,W., Arie,A., Oded,S., & Dorothea, B. 1997. Differential accumulation of water stress-related proteins, sucrose synthase and soluble sugars in Populus species that differ in their water stress response. *Physiologia Plantarum*. 99, (1) : 153–159.

19- Francisco G. S ., James. P. S., Vicente .G., Pablo. B.,&Juan G. P.2007. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. *Physiologia Plantarum*.130 (4) : 532–542.

20- Girona J., Marsal J., Cohen M., Mata M .,& Miravete C. 1993. Physiological and yield response of almond (*Prunus dulcis L.)* to different irrigation regimes. *Acta Horticulture* 335: 389-398.

21- Higa T. 2000. What is EM technology? *EM World Journal*.1:1-6

22- Huang B., Liu X., & Fry J.D. 1998. Shoot physiological responses of two bentgrass cultivars to high temperature and poor soil aeration. *Crop Sci*. 38:1219–1244.

23- Isaakidis A., Sotiropoulos T., Almaliotis D., Therios I., & Stylianidis D. 2004. Response to severe water stress of the almond Prunus amygdalus. 'Ferragnès' grafted on eight rootstocks. *New Zealand Journal Crop and Hortic Sci*, 32: 355–362.

24- Josef F.M.,Emillia l., & berta D.1993. Effects of water stress on the grow Growth of epicotyles of Cicer arietinum in relation to changes in the autolytic process and glycan Hydrolytic cell wall enzymes.*physiologia*.87(4):544-551.

25- Khalafallah A. A., & Abo-Ghalia H. H. 2008. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different

growth stages. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(5): 559-569.

26- Keller.F.,& Ludlow .1993. Carbohydrates metabolism in drought stressed leaves of pigeonpea. *Journal of Experimental Botany* .44(265):1351-1359.

27- Karimi L.S., Yadollahi1 A., Nazari-Moghadam1 R., Imani A & Arzani K .2012. In vitro Screening of Almond (Prunus dulcis (Mill.)) Genotypes for Drought Tolerance. *Journal of Biological & Environmental Sciences*.6(18): 263-270.

28- McCready R.M., Guggolz J., Silviera V.,& Owens H.S. 1950. Determination of starch and amylase in vegetables. *Analytical Chemistr*y., 1950, 22 (9), pp 1156–1158.

29- Masoni A., Mariotti M., & Ercoli, L. 1997. The effects of water stress and nitrogen deficiency on leaf spectral properties of maize (*Zea mays* L.). *Rivista-di-Agronomia (Italy)*, 31: 441-448.

30- Mohammadkhan N.,& Heidari R.2008. Drought induced Accumulation of Soluble Sugars and Proline in Two Maize Varieties. *World Applied Sciences Journal*. 3 (3): 448-453.

31- Natali S.,Bignami.,Fusari A.1991.Water consumption photosynthesis transpiration and leaf water potential and methods of irrigation.*Adv.in Horti.sci*.3:136-139.

32- Nilsen E.T., & Orcutt D.M. 1996. Physiology of plants under stress: abiotic factors. John Wiley and Sons. NewYork. 689 p.

33- Pagter M., Bragato C., & Brix H. 2005. Tolerance and physiological responses of Phragmites australis to water deficit. *Aquatic Botany*, 81: 285-299.

34- Pedrol N., Ramos P & Riegosa M.J .2000. Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in velvet-grass a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. *Plant Physiology*. 157:383- 393.

35- Porcel R., & Ruiz-Lozano J. M. 2004. Arbuscular myocrrhizal influence on leaf water potential, solute accumulation and oxidative stress in soybean plant subjected to drought stress. *Experimental Botany*. 55: 1743-1750.

36- Rajendrakumar C. S. V., Suryanarayana T., & Reddy A. B. 1997. DNA helix destabilization by praline and betaine. Possible role in the salinity tolerance process. *FEBS Lett*, 410: 201-205.

37- Rouhi V., Samson R., Lemeur R., & Van Damme P. 2007. Photosynthetic gas exchange characteristics inthree different almond species during drought stress and subsequent recovery. *Environmental andExprimental Botany*. 59: 117-129.

38- Sands R., & Mulligan D. R. 1990. Water and nutrient dynamics and tree growth. *Forest Ecology and Management*, 30: 91–111.

39- Sardabi H., & Daneshvar H. A. 2006. "responses of cultivation and wild almonds to water stress." *Acta Horticulturae*. (ISHS). 726: 311-316.

40- Schellenbaum L., Muller J., Boller T., Wiemken A., & Schuepp H. 1998. Effectes of drought on non-mycorrhizal and mycorrhizal maize: change in the pools of non-structural carbohydrates, in the activites of invertase and trehalose, and in the pools of amino acid and imino acids. *New Phytologist*. 138, 59-66.

41- Shawky I., Rawash M. A. & Behairy Z. 1997. Growth and chemical composition of grape transplants as affected by come irrigation regims. *Acta Horticulturae.* 441: 439-447.

42- Shlegl H.G. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. *Plant Sciences*. 41:47-51.

43- Singh T.N., Paleg L.G. & Aspinall,D.1973. Stress metabolism. Nitrogen metabolism and growth in barley plant during water stress. *Australian journal of biological sciences.*, 26: 45.

44- Taiz L.,& Zeiger E. 2002. Plant Physiology. 3rd Edition. Sunderland Massachusett. pp. 34-46.

45- Taylor A. G., Kirkham M. B. & MotesJ. E. 1980. The of water stress on germination and seedling growth of three species of tomato. *HortScience*, 15: 31.

46- Ward K., Scarth R., Daun J.,& Mcvetty P.B.E. 1992. Effects of genotype and environment on seed chlorophyll degradation during ripening in four cultivars of oilseed rape (*Brassica napus L.*).*Canadian Journal of Plant Science*,72:643-649.

47- Westgate, M.E .1992.Flower and development in Water deficit soybeans .Dept.of Botany and Microbiology , Auburn University,Auburn,Al.U.S.A.

48- Wu Q. S., Xia R. X., & Zou Y. N. 2007. Osmotic solute responses of mycorrhizal citrus (Poncirus trifoliata) seedlings to drought stress. *Plant Physiology*, 29, 543-549.

49- Zamani Z., Taheri A., Vezvaei A., & Poustini K. 2002. Proline content and stomatal resistance of almond seedlings as affected by irrigation intervals. *Acta Horticulturae*, 491: 411-416.

50- -Zayed M. A., & Zeid, I. M. 1998. Effects of water and salt stresses on growth, chlorophyll content, mineral ions and organic solutes contents, and enzymes activity in mung bean seedlings. *Biologia plantarum*, 40: 351-356.

51- -Xu H. L. 2000. Effect of a Microbial Inoculant, and Organic Fertilizer, on the Growth,

Photosynthesis and Yield of Sweet Corn. *Journal of Crop Production*, 3(1): 183-214.

Evaluation the Effects of Water Stress and Effective Microorganisms on Biochemical Properties of Almond Vegetative Rootstocks

Shokouhian A.A.[1], Davarynejad GH.[2], Tehranifar A.[2], Rasoulzadeh A.[3] and Imani A.[4]

[1] Horticulture Dept., Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. of Iran

[2] Horticulture Dept., Faculty of Agriculture, Ferdowsi University , Mashhad, I.R. of Iran

[3] Water engineering Dept., Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I.R. of Iran

[4] Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, I.R. of Iran

Abstract

In order to select new rootstocks For water stress resistance and the identification of biochemical markers associated with this conditions were investigated the effect of water stress and Effective microorganism on the biochemical properties of rooted cuttings of almond rootstocks in Department of Horticultural Science of Ferdowsi University of Mashhad during 2011 -2012. In this research effects of two concentrations of EM (0 and 1%) and three irrigation levels {normal irrigation(control) and irrigation after depletion of 33 and 66% of available soil water},and four rootstocks of Almond{Selected natural hybrid of peach × almond (H1and H2), GF677 and vegetative rootstock of almond (local control) were evaluated. This experiment was arranged as a factorial experiments based on a randomized complete blocks design with four replications. The measured traits were seedling survival, chlorophyll A, B and total,soluble sugars, starch, protein and proline content in leaves and roots. Analysis of variance showed that effect of rootstock and irrigation levels in all the studied traits were significant at the %1 level. The results showed that effect of Effective microorganisms on starch, protein and proline content in leaves and roots and chlorophyll A were significant 1% level and chlorophyll B was significantly different at 5% level. Consumption of Em, reduced proline and starch in the leaves and roots compared to control but protein was increased at 5% level. Chlorophyll content was different with type of chlorophyll and treatment. According to the results, the characteristics of proline, soluble sugars and proteins of leaves are suitable markers for evaluation of water stress in almond and the H1 rootstock (natural hybrid of peach × almond) was identified as resistant to drought.

Key words: chlorophyll , proline, Protein, sugars , survival of rootstock