

## بررسی اثر اتیلن در شناسایی گیاهان مقاوم به خشکی

شکوفه انتشاری<sup>۱</sup>، پروین بلورانی<sup>۲</sup> و خسرو منوچهری کلانتری<sup>۳</sup>  
 ۱، عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیمصر (عج) رفسنجان  
 ۲، عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد  
 ۳، عضو هیات علمی دانشکده علوم دانشگاه شهید باهنر کرمان  
 تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۱۰/۲۱

### خلاصه

اثر اتیلن بر رشد و نمو گیاهان و حتی قبل از اینکه این گاز به عنوان هورمون گیاهی شناخته شود به اثبات رسیده و کاربرد این هورمون در بسیاری از مراحل رشد و نمو گیاهان نشانگر اهمیت آن است. هدف از این مطالعه بررسی نقش هورمون اتیلن در گیاهانی بود که تحت تاثیر کم آبی قرار می‌گرفتند. بروز تنش خشکی موجب افت پتانسیل آب خاک در طی شش روز تنش کم آبی از حدود ۵- تا ۱۱- بار شده است. در طی این مدت محتوی آب خاک بر اساس وزن خشک از ۵۵ درصد به ۱۸ درصد تقلیل یافته است که بیانگر تنش نسبتاً شدید می‌باشد. به منظور بررسی نحوه عملکرد کم آبی بر مورفولوژی، ریخت‌زایی و اندام‌زایی، تعداد میان‌گره‌ها شمارش شدند و دیده شد که تعداد میانگره‌ها تحت تاثیر کم آبی قرار نگرفت و نشان دهنده این است که این مقدار تنش اثری بر تعداد برگ‌ها نداشته است ولی طول میان‌گره‌ها را به شدت کم نموده است. پتانسیل آب برگ در طی این مدت به شدت کاهش یافته و گیاهانی که مدت شش روز تحت تیمار قرار داشتند پتانسیل آب برگی معادل ۱۳- بار داشتند که تنش نسبتاً زیادی محسوب می‌شود. سطح کل برگ‌های موجود در گیاه اندازه‌گیری شد و ۴ روز پس از کم آبی کاهش معنی‌داری در سطح کل برگ‌ها مشاهده گردید. هدایت آبی روزنه‌ها سه روز پس از کم آبی بطور معنی‌داری از ۱/۴ سانتی‌متر بر ثانیه به یک سانتی‌متر بر ثانیه کاهش یافت که این کاهش شش روز پس از تیمار کم آبی به ۱/۲ سانتی‌متر بر ثانیه رسید. با کاهش پتانسیل آب برگ تا ۵- بار مقدار اتیلن گیاه افزایش معنی‌داری را نشان داد و سپس با کاهش بیشتر پتانسیل آب برگ مقدار اتیلن نیز به شدت کاهش یافت. تکرار این آزمایش با برگ‌های قطع شده گیاهانی که تحت تاثیر تیمار کم آبی قرار داشتند با پتانسیل آبی مشابه انجام شد و مشاهده گردید میزان اتیلن رابطه مستقیمی با افزایش تنش کم آبی در برگ تیمار شده دارد. پس از آبیاری مجدد گیاهان تیمار، ریزش برگ‌ها رابطه مستقیمی با تعداد روزهایی داشت که گیاه تحت تنش کم آبی قرار گرفته بود و این ریزش ۵ روز پس از تیمار به صد درصد رسید. به این دلیل که در این گیاه بین مقدار اتیلن تولید شده و تنش کم آبی رابطه‌ای وجود نداشت اما بین برگ‌های که تحت تنش کم آبی قرار داشتند و مقدار اتیلن گیاه رابطه‌ای وجود داشت سعی شد تا روشهای مرسوم مورد مطالعه مقایسه و نتیجه مورد بحث قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اتیلن، تنش خشکی، گوجه فرنگی.

### مقدمه

تصور نمود که مکانیسم مطابقت به خشکی در طول تکامل گیاهان پدید آمده و آنان را قادر ساخته تا بتوانند با تنش‌های متفاوت کم آبی مقابله نمایند نوعی سازش دست یابند (۱۲).

کم آبی پدیده‌ای است که بسیاری از گیاهان خشکی‌زی اغلب و به دفعات آن را تجربه می‌کنند بنابراین می‌توان چنین

در این زمان گیاهان جوان در مرحله رشدی ۴ تا ۵ برگه بوده و طول ساقه آنها ۴ تا ۵ سانتی‌متر بود. دوره نوری ۱۶ ساعت در گلخانه با استفاده از طول روز و روشن نمودن لامپ‌های بخار جیوه تامین شد و دما بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد.

#### ب) تیمار آبیاری

قبل از شروع تیمار کم آبی گیاهان به دفعات آبیاری شدند تا اینکه پتانسیل آب خاک در حد  $0.1 \text{ Mpa}$  - معادل ۵۰ تا ۶۰ درصد آب بر مبنی وزن خشک خاک نگه داشته شد. طرح مورد استفاده کاملاً تصادفی با ۵ تکرار بود (هر گلدان حاوی یک گیاه به عنوان یک تکرار) و ۵ تیمار تنش کم آبی اعمال گردید. گیاهان بطور تصادفی به گروه‌های ۵ تایی کنترل و تیمار کم آبی تقسیم شدند. گیاهان کنترل مانند قبل آبیاری و از آبیاری گیاهان تحت تیمار برای مدت ۳ تا ۶ روز خودداری شد. در انتهای دوره تیمار بلافاصله گیاهان آبیاری مجدد شدند.

نمونه‌های گیاهی لازم جهت آزمایش قبل از تیمار، و در انتهای هر دوره تیمار و انتهای آبیاری مجدد تهیه شدند. تعداد گره‌ها شمرده و طول ساقه و سطح برگ‌ها با دستگاه الکترونیکی<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد.

#### پ) وضعیت آبی گیاه، پتانسیل آب برگ

اثر کم آبی و آبیاری مجدد در پتانسیل آب برگ مورد بررسی قرار گرفت. فشار پتانسیلی آب آوند چوبی برگ دو ساعت بعد از دوره شروع روز به وسیله پمپ فشار<sup>۲</sup> اندازه گرفته شد.

فشار داخل محفظه فشار بتدریج با باز نمودن شیر کپسول نیتروژن فشرده اضافه نموده تا اینکه شیر خام از قسمت انتهای دمبرگ خارج و آن را خیس نماید. فشار داخل محفظه را یادداشت نموده و معادل پتانسیل آب سلول‌های برگ در نظر گرفته شد. دقت کافی بعمل آمد تا زمان اندازه‌گیری تا حد امکان کوتاه شود و در حدود ۳۰ ثانیه بعد از قطع برگ اندازه‌گیری کامل شده باشد. چون گزارش شده است که با

مدارک موجود نشان می‌دهد که گیاه ممکن است به این مکانیسم‌های سازشی - مانند بستن روزنه‌های برگ و بالطبع کاهش تعرق سریعاً دست یابد (۸ و ۱۳). یا اینکه تکامل مکانیسم‌های سازشی - مانند ریزش، تشکیل ریشه‌های نابجا و یا سازش مورفولوژیکی (۹) که تماماً به دلیل تغییر در تعادل هورمون‌های گیاهی تنظیم می‌شوند کند انجام گیرد.

بسیاری از علائم عدم تعادل آبی گیاه مانند ریزش برگ و گل (۳)، اپی ناستی، کاهش رشد تحت هوایی (۱۹) و پیری زودرس (۷) پاسخ حتمی گیاهان به هورمون اتیلن می‌باشد. Basioung و همکاران در سال ۱۹۹۴ (۴) در گیاه گوجه فرنگی نشان داده‌اند که تنش کم آبی باعث افزایش غلظت هورمون اتیلن در گیاه می‌شود. اما کاهش در میزان رشد و افزایش ریزش برگ و گل و پیری رابطه مستقیمی با غلظت‌های بالاتر این هورمون دارد (۱۴). با این همه بسیار مشکل می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تغییرات در میزان سنتز اتیلن نقش تعیین کننده‌ای در تطابق گیاهان به خشکی دارد.

اما مطمئناً حساسیت متفاوت گیاهان در پاسخ به اتیلن می‌تواند جهت اهداف مطالعه تکنیک جدید بمنظور ارزیابی گیاهان مقاوم به تنش کم آبی مورد استفاده قرار گیرد. که در این تحقیق این موضوع مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

#### مواد و روش‌ها

##### الف) ماده گیاهی

گیاه مورد آزمایش گوجه فرنگی رقم آلیکانته (*Lycopersicon esculentum* Mill C.v. Alicante) بود. هر چند گوجه فرنگی یک گیاه مزوفیت است اما این رقم نسبت به سایر ارقام نسبت به خشکی مقاوم‌تر است. بذرها را در سینی حاوی کمپوست رویانده تا اینکه برگ‌های لپه‌ای بطور کامل رشد نمودند. سپس گیاهک جوان به گلدان پلاستیکی که ۱۰ سانتی‌متر قطر داشت و حاوی کمپوست شماره ۳ از کمپانی John inn بود انتقال یافتند. بعد از آن گیاهان به گلخانه باغ گیاهشناسی دانشگاه ویلز انگلستان منتقل شدند. زمان شروع آزمایش‌های ۳۰ تا ۴۰ روز بعد از تاریخ کشت بذرها بود.

1 . Leaf area meter. Li-300. LAMBDA instrument.

2 . Pressure chamber. PMS instruments. Co. Corvallis. U.S.A

کشیده و به دستگاه کروماتوگرافی گازی<sup>۳</sup> که دارای آشکارساز<sup>۴</sup> FiD بود تزریق شد. فاز غیر متحرک در داخل ستون شیشه‌ای آلومینای فعال شده (80-100 mesh) بود. اندازه و قطر ستون به ترتیب ۱۸۰ سانتی‌متر و ۳۴ سانتی‌متر بود.

#### وضعیت دستگاه

درجه حرارت آشکارساز و قسمت تزریق ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. درجه حرارت آون ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و از گاز ازت با سرعت ۳۰ سانتی‌متر مکعب در دقیقه به عنوان فاز متحرک استفاده شد. مقدار اتیلن بوسیله مقایسه ارتفاع پیک نمونه با منحنی استاندارد و یا بوسیله integrator مدل Philips. Pu. 48111 Pye uncam که متصل به دستگاه کروماتوگرافی گازی بود محاسبه گردید.

#### اندازه‌گیری اتیلن در سیستم بسته

جهت اندازه‌گیری اتیلن در این سیستم دو عدد گیاه از هر کدام از تیمارها در دسیکاتور شیشه‌ای به حجم ۵۰۴ سانتی‌متر مکعب قرار داده و درب دسیکاتور را بخوبی بسته و سوراخ درب رویی با suba-seal بسته شد تا بتوان با استفاده از سرنگ در زمان دلخواه هوای بالای دسیکاتور را کشیده و آن را به دستگاه گاز کروماتوگرافی جهت اندازه‌گیری اتیلن تزریق نمود. همچنین با استفاده از تله پرکلرات جیوه که درون دسیکاتور تعبیه شده بود اتیلن تولید شده از گیاه را به تله انداخته و سپس با استفاده از کلرئیدریک اسید ۴ مولار، رها و مقدار اتیلن آن طبق ریش ذکر شده با کمک دستگاه گاز کروماتوگرافی اندازه‌گیری شد.

#### سیستم باز با جریان دائم

دستگاهی بر اساس طرح اولیه Smith and Hall (۲۱) طراحی شد که این دستگاه از سه بخش ساخته شده بود. سیلندر هوای فشرده، محفظه شیشه‌ای که گیاه یا قسمتی از گیاهان در آن قرار می‌گرفت و سیستم نمونه‌برداری در این سیستم هوای فشرده از تله‌ای که حاوی پرکلرات جیوه بود و در یخ قرار داشت عبور داده تا اتیلن موجود در هوا گرفته و هوای عبوری هیچ گونه آلودگی نداشته باشد. جریان هوا سپس از لوله‌ای که حاوی ۵۰ سانتی‌متر مکعب آب مقطر بود عبور داده تا بخارات پرکلرات جیوه گرفته شود. سپس این هوا از محفظه‌ای

طولانی‌تر شدن زمان اندازه‌گیری پتانسیل آبی برگ نیز افزایش می‌یابد (۱۰).

#### ت) اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای

هدایت آبی روزنه‌های برگ با استفاده از دستگاه پورومتر<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد و سپس با استفاده از فرمول زیر مقاومت روزنه‌ها محاسبه شد.

$$r = \left( \frac{100}{RH} - 1 \right) A / F \quad \text{Scm}^{-1}$$

r = مقاومت روزنه‌ای بر حسب سانتی‌متر بر ثانیه

A = سطح برگ‌ها (سانتی‌متر مربع)

F = میزان جریان (سانتی‌متر مکعب در ثانیه)

RH = رطوبت نسبی در نقطه تعادل در محفظه پورومتر

#### ث) پتانسیل آب خاک

با استفاده از تکنیک محفظه فشار اندازه‌گیری و تغییرات در محتوی خاک<sup>۲</sup> با استفاده از فرمول زیر اندازه گرفته شد.

$$SWC = \frac{WW - DW}{DW} \times 100$$

WW = وزن خاک تر

DW = وزن خاک پس از خشک نمودن در آون در درجه

حرارت ۱۰۵ درجه برای مدت ۴۵ ساعت.

#### ج) آنالیز مقدار اتیلن

اندازه‌گیری اتیلن در بافت‌های قطع شده گیاه در سیستم بسته:

اندازه‌گیری اتیلن تولید شده در برگ‌هایی که تحت تاثیر کم آبی بودند و همچنین در برگ‌های گیاه کنترل انجام شد.

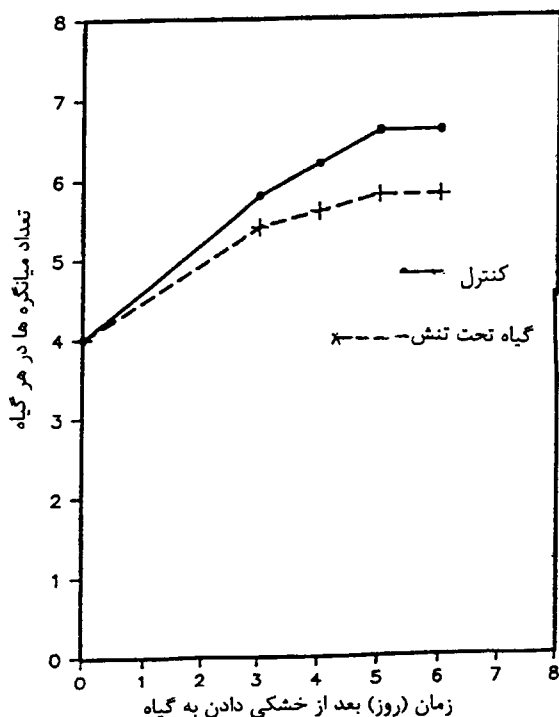
وزن تر برگ‌ها بلافاصله پس از قطع از ساقه اندازه‌گیری شد و آنها را در لوله آزمایشی به حجم ۵۰ سانتی‌متر مکعب قرار داده اما در مورد گیاه کنترل به لوله‌ها حدود ۰/۵ سانتی‌متر مکعب آب اضافه گردید تا در طول آزمایش برگ‌ها آب خود را از دست ندهند. درب لوله‌ها با سرپوش Suba-Seal بسته شدند و یک سر سوزن داخل سرپوش فرو برده شد تا فشار داخل لوله معادل اتمسفر شود سپس سر سوزن خارج و لوله‌ها برای مدت ۶ ساعت در اطاق رشد قرار گرفتند و در زمان مناسب یک سانتی‌متر مکعب نمونه‌گازی از بالای لوله سر بسته بوسیله سرنگ

3. Pye uncam 204 series.

4. Flame - inoization detecator.

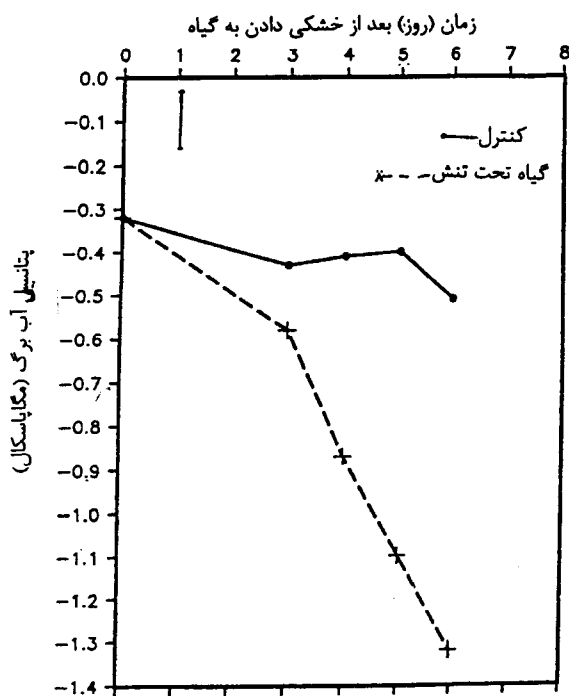
1. Prometer. Model 3: crump. Scientific. LTD

2. Soil Water Content SWC



شکل ۱- اثر کم آبی روی تعداد میان گره‌های گیاه

پتانسیل آب برگ در برگ شماره ۳ (شمارش از پایین ساقه) به سرعت با تنش کم آبی پایین افتاد (شکل ۲) و بیشترین اختلاف (۰/۸- مگا پاسکال) در برگ‌های که برای مدت ۶ روز تحت تنش کم آبی قرار داشتند مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۲- اثر کم آبی روی پتانسیل آب برگ

که گیاه در آن قرار داشت عبور داده تا تمام گازهای متصاعد شده از گیاه را از محفظه خارج نماید. سپس هوای عبوری از لوله خالی U شکل که در حمام یخ قرار داشت گذر نموده تا بخارهای آب بصورت قطره در آید و آنگاه در نهایت هوا از لوله‌های که حاوی تله پرکلرات جیوه بود عبور داده شد تا تمام گازهای هیدروکربور غیر اشباع گرفته شود

سپس تله پرکلرات جمع‌آوری و در موقع مناسب اتیلن را از تله رها و اندازه‌گیری انجام شد.

رها نمودن اتیلن از تله پرکلرات

برای رها نمودن اتیلن از تله در لوله‌ای به حجم ۳۰ سانتی‌متر مکعب دقیقاً یک سانتی‌متر مکعب مایع تله ریخته و سر لوله شیشه‌ای را با suba-seal خوب بسته و سپس با سرنگ به حجم مساوی کلرئیدریک اسید ۴ مولار ریخته و آن را برای مدت ۹۰ دقیقه در ۲۵ درجه سانتی‌گراد گذاشته و گاهگاهی تکان می‌دهیم سپس طبق روال قبل یک سانتی‌متر مکعب هوای بالای لوله را کشیده و به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق می‌نماییم تا اتیلن آن اندازه گرفته شود.

### چ) آنالیز آماری

تمام اطلاعات با استفاده از کامپیوتر و نرم‌افزار آماری Minitab version 5.1.1. 1986 آنالیز و بر اساس واریانس اثر تیمار کم آبی تفسیر شد.

### نتایج

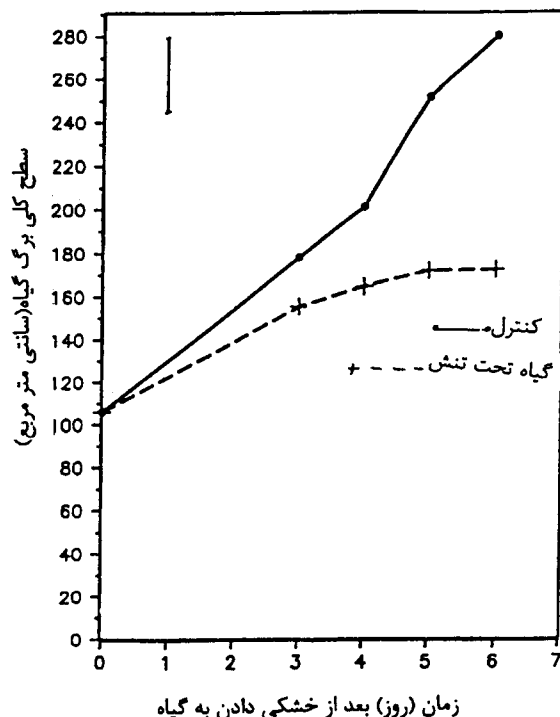
علایم کم آبی بعد از سه روز تیمار کم آبی مشاهده شد. رنگ برگ‌های گیاه تحت تیمار در مقایسه با گیاه کنترل بصورت سبز تیره‌تر مشاهده گردید. کاهش رشد ساقه با افزایش تنش رابطه مستقیمی داشت و پس از سه روز تنش کم آبی این اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۱) و علایم پژمردگی بعد از ۴ روز کم آبی دیده شد تاخیر در رشد ساقه بدلیل کاهش در تعداد میان‌گره‌ها و اندازه میان گره‌های تشکیل شده صورت گرفت (شکل ۱).

۵ روز بعد از آبیاری مجدد گیاهان تحت تیمار، تشویق در ریزش برگ مشاهده شد و گیاهانی که ۵ یا ۶ روز تحت تیمار قرار داشتند پس از آبیاری مجدد برگ آنها شروع به ریزش نمود و هر چه زمان تیمار کم آبی بیشتر بود میزان ریزش پس از آبیاری مجدد نیز بیشتر می‌شد (جدول ۲).

معنی‌دار شد و پس از ۶ روز اختلاف پتانسیل آب گلدان آبیاری شده و نشده به ۱/۱- مگاپاسکال رسید. برگ‌های پایینی که پتانسیل آبی آنها ۱/۳- مگاپاسکال یا کمتر بود پس از آبیاری مجدد ترمیم نشدند. اما برگ‌های جوانتر به آسانی فشار تورژسانس اولیه خود را باز یافتند (جدول ۲). اگر چه برگ‌های پایین گیاهانی که ۵ روز تحت تیمار بودند و پتانسیل آبی برابر ۱/۱- مگاپاسکال داشتند تا حدودی تورژسانس خود را باز یافتند اما برگ‌ها زودتر از موعد شروع به ریزش نمودند. تنش به میزان کم باعث تحریک در تولید اتیلن در گیاه تحت تنش شد، اما وقتی پتانسیل آب برگ بیشتر کاهش یافت تولید اتیلن نیز به همان نسبت کاهش پیدا نمود (شکل ۵).

نتایج بدست آمده از قسمت‌های نوک ساقه نشان داد که مقدار اتیلن تولید شده در این قسمت از گیاه بطور معنی‌داری بیشتر از برگ شماره ۳ از پایین می‌باشد (جدول ۳)، قطع برگ‌ها و قرار دادن آن روز کاغذ در معرض هوای اطاق تا اینکه بافت‌های برگ تا ۱۴ درصد از وزن اولیه خود را از دست بدهد نشان داد که تولید اتیلن در اینگونه برگ‌ها با کاهش پتانسیل آب رابطه مستقیمی دارد (شکل ۶).

اتیلن تولید شده در برگ‌هایی که در معرض هوا آب خود را از دست داده بودند چندین مرتبه بیشتر از برگ‌هایی است که از گیاه تحت تیمار قطع شده بودند. جدول ۴ نشان می‌دهد که میزان اتیلن تولید شده از گیاه تحت تنش در این روش خیلی بیشتر از روش‌های دیگر بوده و همچنین میزان تولید اتیلن در گیاهان تحت تنش بطور معنی‌داری بیشتر از گیاه کنترل می‌باشد.



شکل ۳- اثر کم آبی روی سطح کلی برگ گیاه

آنالیز واریانس نشان داد طول مدتی که گیاه مورد نظر تحت تیمار هست اثر زیادی روی سطح برگ دارد بر اساس آنالیز همبستگی، پاسخ کاهش سطح برگ به تنش بدلیل اندازه برگ‌ها و معدل تعداد برگ‌های تشکیل شده به ازای هر گیاه می‌باشد.

توانایی روزنه‌ها برای باز شدن در نور بطور چشم‌گیری با تنش کم آبی کاهش یافت (شکل ۳). کاهش پتانسیل آب خاک در خاک گلدانی که آبیاری نشده بود پس از ۳ روز تیمار کم آبی

جدول ۱- اثر تیمار کم آبی روی رشد ساقه که در طول ۶ روز دوره تیمار کم آبی اندازه گرفته شده است.

روز پس از قطع آبیاری												
روز ۳			روز ۴			روز ۵			روز ۶			
C	D	dif	C	D	dif	C	D	dif	C	D	dif	
6.16	5.60	*	7.100	6.10	**	7.76	6.38	**	8.82	6.42	***	
S.E.	0.23	0.44	-	0.23	0.53	-	0.23	0.61	-	0.18	0.43	-

D = تحت تیمار کم آبی

C = کنترل

\*\*\*P 0.001 اختلاف معنی‌دار

\*\*P 0.01

\*P 0.05

dif = اختلاف بین تیمار و کنترل

جدول ۲- اثر تنش کم آبی و آبیاری مجدد روی میزان ریزش برگ

طول مدت تحت تنش (روز)	تعداد میانگره	تعداد نمونه	تعداد برگ‌های که پس از آبیاری مجدد ریزش نمودند			
			۵ روز	۱۰ روز	۱۵ روز	۳۰ روز
۱: شاهد	۰-۱	۱۰	۰	۲۰	۴۵	۹۰
	۱-۲	۱۰	۰	۰	۱۰	۲۰
۳	۰-۱	۲۰	۰	۲۵	۴۰	۷۵
	۱-۲	۲۰	۰	۰	۱۰	۱۵
۴	۱۰	۲۰	۰	۳۵	۶۵	۹۰
	۱-۲	۲۰	۰	۰	۲۰	۲۰
۵	۰-۱	۲۰	۱۰	۸۵	۱۰۰	۱۰۰
	۱-۲	۲۰	۰	۵	۳۰	۳۰
۶	۰-۱	۲۰	۱۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
	۱-۲	۲۰	۰	۲۵	۴۰	۴۰

جدول ۳- مقایسه میزان اتیلن تولید شده بین پیرترین برگ و جوان‌ترین قسمت نوک ساقه در

آبیاری مداوم و تنش کم آبی

اتیلن تولید شده بر حسب پیکومول در ساعت به ازای یک گرم وزن تر بافت گیاهی						
روز بعد از قطع آبیاری	کنترل	۳	۴	۵	P-0.01	
پیرترین برگ	۸۶	۷۹	۷۴	۶۲	LSR=۱۹	
جوانترین قسمت نوک ساقه	۱۱۰	۱۴۱	۱۶۲	۱۷۰	LSR=۲۳	

هر کدام از ارقام مدل ۵ نمونه گیاهی می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میزان تولید اتیلن در برگ شماره ۳ از پایین بین روش اندازه‌گیری اتیلن در سیستم باز با جریان مداوم

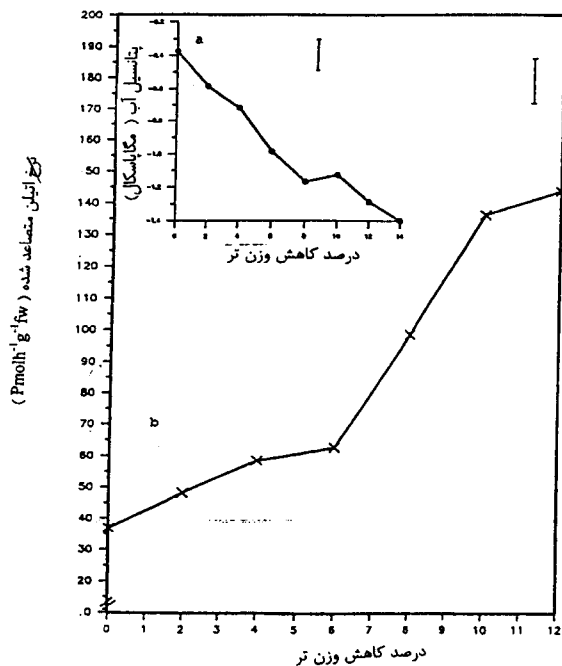
و سیستم بسته (قطع برگ از گیاه)

اتیلن تولید شده بر حسب پیکومول در ساعت به ازای یک گرم وزن تر بافت گیاهی						
روز بعد از قطع آبیاری	کنترل	۳	۴	۵	P-0.01	
اندازه‌گیری در سیستم بسته به قطع برگ از گیاه	۴۰	۵۵	۵۴	۱۲	LSR=۱۴	
اندازه‌گیری در سیستم باز با جریان مداوم هوا	۸۵	۱۳۸	۱۵۲	۳۱۱	LSR=۱۹	

دهد باعث می‌شود که برگ‌ها در اثر آبیاری مجدد نتوانند بحالت اولیه برگشته و بریزند (جدول ۲) پیشنهاد شده که برگ‌های پایینی توانایی کمتری برای تنظیم فشار اسمزی خود دارند و بنابراین نسبت به کم آبی در مقایسه با برگ‌های جوان مقاومت کمتری دارند (۱۸). این نظریه ممکن است بتواند تا حدودی

### بحث

گیاهانی که تحت تنش کم آبی قرار دارند واکنش‌های زیادی را از خود بروز می‌دهند. این واکنش‌ها به وسیله تورنر (۲۶) بازنگری و خلاصه نویسی شده است. تنش کم آبی که پتانسیل آب برگ را به حد  $-1/2$  - مگاپاسکال یا منفی‌تر کاهش



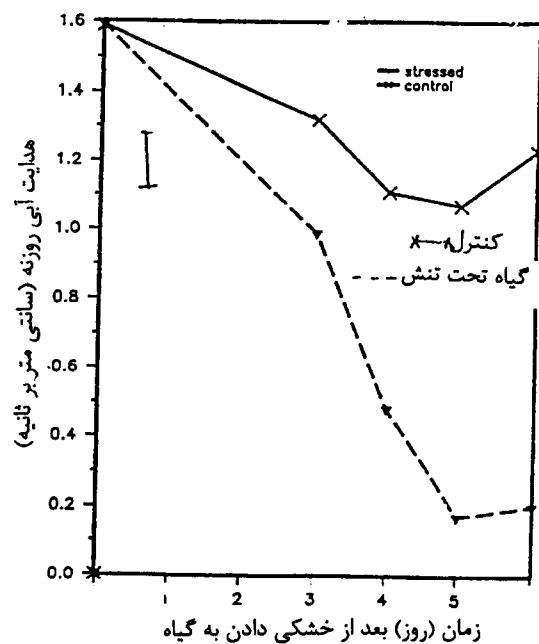
شکل ۶- (a) اثر تنش کم آبی روی پتانسیل آب برگ (b) اثر تنش در تولید اتیلن در برگ‌های قطع شده که بطور مصنوعی آب خود را از دست داده بودند.

علت ریزش بی‌موقع برگ‌ها و پیری آنها را در کم آبی که در این آزمایش مشاهده شد توجیه نماید.

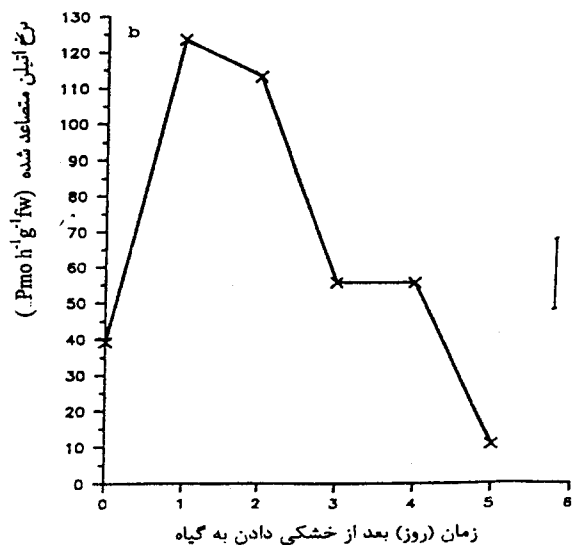
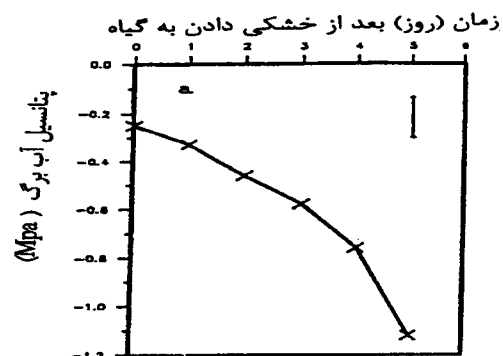
مدارکی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد علت ریزش برگ‌ها ممکن است بدلیل تغییرات در تعادل هورمون‌های انتقال و یا متابولیتها باشد (۱۱، ۱۶، ۲۲). بنظر می‌رسد علت عدم بهبود سریع پتانسیل آب برگ‌هایی که تحت تاثیر تنش کم آبی سخت قرار داشتند مقاومت در مسیر حرکت و انتقال آب از خاک به گیاه باشد. که این مقاومت در مقایسه با حالت کنترل تشدید شده است.

بویر (۱۹۷۱) مشاهده نمود که علت از دست رفتن فشار تورژسانس گیاهان آفتابگردانی که تحت تنش کم آبی قرار داشتند به علت از بین رفتن تارهای کشنده آن می‌باشد. در حالیکه گزارش دیگری عدم بهبودی در وضعیت آب برگ را به دلیل ایجاد خلا و شکستگی ستون‌آب در آوندهای چوبی ساقه ذکر کرده است (۲۳).

تنش کم آبی باعث تاخیر در رشد برگ گیاهان تحت تنش شده است (شکل ۳). تنش کم آبی باعث کاهش حدود ۴۰ درصد برگ‌های گیاه پنبه شده است (۶). وقتی طول دوره تنش



شکل ۴- اثر تنش کم آبی روی هدایت آبی روزنه‌های برگ



شکل ۵- (a) اثر تنش کم آبی در پتانسیل آب برگ. (b) اثر تنش کم آبی روی تولید اتیلن بوسیله گیاه تحت تنش و کنترل

می‌شود اما چون در روشهای دیگر مورد آزمایش نتیجه مشابه دیده نشده است باید در تفسیر نتایج حاصله دقت زیادی بعمل آید و تا موقعی که از روش کاملاً مشابه و استاندارد جهت اندازه‌گیری اتیلن استفاده نشده با دیگر مقالات و تحقیقات انجام شده مقایسه‌ای انجام نپذیرد. از آنجایی که در این روش هیچ گونه آسیبی به گیاه وارد نمی‌شود و اندام از گیاه والد جدا نمی‌شود بنظر روش منطقی و مناسبی بوده و می‌تواند جهت اندازه‌گیری اتیلن در شرایط مختلف فیزیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد. به هر حال از آنجایی که یکی از مشکلات اساسی در به نژادی گیاهان همیشه انتخاب والدین مناسب برای برنامه اصلاح بوده است و چون برای اصلاح ژنوتیپ جدید ضرورت دارد تا صفات و اختصاصات دلخواه والدین با هم مخلوط شوند. یک سری محدودیت‌ها در این روش نبودن اطلاعات و دانش کافی از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه محصول می‌باشد که انتخاب والدین مناسب را برای این فرایند خیلی مشکل می‌نماید، در حال حاضر قرار دادن گیاهان تحت تنش خشکی بصورت یکنواخت در مزرعه و مورد آزمایش قرار دادن آنان جهت تمیز دادن گیاهان مقاوم به خشکی کاری مشکل، زمان‌گیر و پرهزینه است منطقی بنظر می‌رسد که تحقیقاتی بیشتر به منظور یافتن فنی که بتواند به سادگی در خدمت به نژادی گیاهان قرار بگیرد و همچنین بتواند تعداد زیادی از واریته‌ها را در زمانی کوتاه‌تر مورد آزمایش و آنالیز قرار دهد تا بتوان گیاهان مقاوم را از حساس تمیز داد ضرورت دارد. اما تا آن زمان با توجه به نتایج این تحقیق که مقدار اتیلن تولید شده توسط گیاه نظیر ریزش برگ و کاهش رشد و پیری نیز مطابقت می‌نماید می‌توان از روش اندازه‌گیری اتیلن استفاده نمود.

زیادتر شد از رشد برگ‌ها کاسته شده و برگ‌ها حالت پژمردگی پیدا نمودند و چروکیدگی و تغییر شکل ناهنجار برگ‌ها مشاهده شد که بنظر می‌رسد علت آن کاهش تورژسانس سلول‌های برگ باشد و احتمال اینکه گهرمایه کافی برای رشد موجود نیست منطقی بنظر نمی‌رسد (۲۴). نتایج بدست آمده در این آزمایش در مورد اندازه‌گیری اتیلن از برگ‌های قطع شده گیاهانی که تحت تیمار کم آبی بودند با آنچه که قبلاً در مورد آفتابگردان ذکر شده (۱۷) مطابقت ندارد.

میاه (۱۹۹۷) گزارش نموده که با افزایش تنش کم آبی بر تولید اتیلن افزوده می‌شود در این آزمایش با تنش ملایم کم آبی بر تولید اتیلن افزوده شده و سپس با افزایش بیشتر تنش از تولید آن کاسته می‌شود. اما گزارش دیگری در مورد باقلا و کاج وجود دارد که در آن در اثر کم آبی ابتدا بر مقدار اتیلن افزوده شده و سپس با افزایش بیشتر از تولید اتیلن کاسته می‌شود (۱۵). در این آزمایش وقتی اتیلن تولید نشده از برگ‌های قطع شده که بطور مصنوعی و در دمای اطلاق آب خود را از دست داده بودند اندازه گرفته شد رابطه مستقیمی بین پتانسیل آب برگ و تولید اتیلن مشاهده شد. این یافته با آنچه که کوبایاشی و همکاران (۱۹۸۱) در مورد برگ درخت آلو گزارش نمودند مطابقت دارد. آنان گزارش نمودند که وقتی میزان از دست رفتن آب برگ تا ۵۰ درصد ادامه یابد بر مقدار اتیلن تولید شده همچنان افزوده می‌گردد. وقتی مقدار تولید اتیلن در سیستم باز با جریان مداوم اندازه گرفته شد مشاهده شد که اولاً گیاه میزان بالاتری اتیلن در مقایسه با سیستم بسته تولید می‌نماید.

ثانیاً رابطه مستقیمی بین تنش کم آبی و تولید اتیلن وجود دارد. این یافته با گزارشی در مورد مقدار اتیلن تولید شده در برگ‌های توتون مطابقت دارد (۱). با وجود اینکه در این روش با شدت یافتن تنش کم آبی بموازات بر مقدار اتیلن نیز افزوده

## REFERENCES

1. Alejar. AA., Devisser, R. and Spenser, MS.1988. Ethylene production by attached leaves or intact shoots of tobacco cultivars differing in their speed of yellowing during curing. *Plant Physiology*. 88, 329-332.
2. Aloni. B, Karoni. L. and Rylski, I. 1995. Inhibition of heat induced, pepper (*capsicum a nrum*) flower abscission Thio Sulfate. *J. Hort. Sci.* 70: 215-250.
3. Basiouny, FM., Basiouny, K. and Maloney, M. 1994. Influence of water stress on abscisic acid and ethylene production in tomato under different FAR Levels. *J. of Hort Science*. 69, 535-541.

## مراجع مورد استفاده



4. Boyer, JS 1971. Recovery of Photosynthesis in sunflower after a period of low water potential. *Plant Physiology*. 47, 815-820.
5. Bui. Ao, Oneill. SD., 1995. Developmental regulation of ACC synthase genes in pollinated orchid flowers. *Plant Physiology*, 106, 132.
6. Burke, SF., Gamble, PE. Hatfield JL. and Ouisenbery, F. 1985. Plant morphological and biochemical responses to field water deficits I- response of glutathion reductase activity and paraquat sensitivity. *Plant Physiology*. 79, 415-419.
7. Dunlap, JR. and Moline, JJ. 1993. Impact of water deficit on the distribution of IA, ABA, ACC, and ethylene in etiolating leaves of *Zea mays*. *Plant Physiology*, 102, 24.
8. Eammas. D . (1987). Influence of preconditioning upon the change in leaf water potential of soybean. Inhibited by chilling, water stress and abscisic acid. *Aust. J. Plant Physiol.* 14: 321-329.
9. Hall, M. A. Kapuya, J. A. S. Silvakomarn, S. and John, A. 1977. The role of ethylene in the response of plants to stress. *Pestic, Science*. 8, 217-223.
10. Hasio, TC. 1970. Plant response to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24. 519.
11. Huberman. M, Riar, J. Aloni B. and Goren, R. 1997. Role of ethylene Biosynthesis and auxin content and transport in high temperature induced abscission of pepper reproductive organ. *J. Plant growth regulation*, 16: 129-135.
12. Itali, C and Benzioni, A. (1976). Water stress and hormone response in water and plant life (ed O.L Lange, L, Kappen and E. D. Schultz) Springer Verlag, Berlin. PP 225.
13. Jones, R. J. and T. A. Mansfield. 1970. Suppression of stomatal opening in leaves treated with abscisic acid. *J. Expt. Bot*, 21, 714.
14. Kalantari, Kh, 1989. Studies on the role of ethylene in water stressed tomato plants. Ph.D thesis, University college of Wales, Aberystwyth. UK.
15. Kobayashi, K. Fuchigami, H. and Brainerd, KE. 1981. Ethylene and ethane production and electrolyte leakage of water stressed pinyon plum leaves. *Hortscience*, 16, 57-59.
16. Miah, MAS. 1985 Studies on the role of ethylene in water stress, Ph.D thesis University of collage of Wales, Aberstwyth, UK.
17. Morgan. P-W, Drew M:C (1997). Ethylene and plant responses to stress. *Physiologia Plantarum*. 106: 620-630.
18. O, Neill, SD. 1984. Role of osmotic potential gradients during water stress and leaf senescence in *Fragaria virginiana*. *Plant Physiology*. 72, 931-937.
19. Salleo, S, and Logullo, MA. (1986). Xylem cavitation in node and internode of whole *Chlorisia insignis* plants.
20. Schuch, UK, Fuchigami, LH, and Nagao, MA. 1992. Flowering, Ethylene production, and ion leakage of coffee in response to water stress and gibberellin – acid. *Journal of the American society for Horticultural Science*, 117, 158-163.
21. Schultz, hr, and Matthews, MA. 1988. Resistance to water transport in shoots of *Vitis vinifera* L, relation to growth at low water potential. *Plant Physiol.* 88, 718-724.
22. Sexton, R- and Woolhouse, HW. 1984. Senescence and abscission. In: *Advance plant physiology*. (Eds. Malcolm, B, Wilkins) Pitman publishing Ltd.
23. Shaefer, NL, Trickett, ES. Ceress, A. and Barrs, HD. 1986. Continuous monitoring of plant water potential. *Plant Physiology*. 81, 45-49.
24. Smith, A-R, and Hall. M. A. 1984. Biosynthesis and metabolism of ethylene. IN: *The Biosynthesis and metabolism of Plant Hormones* (Crozier, A. and Hillmand J. R. Eds). Cambridge. PP. 201-220.
25. Stumpff, NJ, and Johnason, J. D. 1987. Ethylene production by loblolly pine seedlings associated with water stress, *Physiol Plant* 69, 167-172.
26. Turner, TC, (1986). Crop water deficits. A decade of progress. *Adv.. Agron.* 39, 1-50.

## Ethylene as a Tool for Determination of Water Stress Tolerances in Plant

SH. ENTESHARI<sup>1</sup>, P. BOLOURANI<sup>2</sup> AND  
KH. MANOUCHEHRI KALANTARI<sup>3</sup>

1, Academic Member, Faculty of Agriculture, University of  
Vali-Asr Rafsanjan. 2, Academic Member, Faculty of Natural Resource,  
University of Yazd. 3, Academic Member, Faculty of Sciences,  
University of Bahonar, Kerman.

Accepted Jan.10, 2001

### SUMMARY

The effect of ethylene on plant growth and development had been known long before. This gas used as plant growth regulators. Application of this hormone in many stages of plant growth and development specified the importance of these hormones. The aim of this studies was to investigate the role of this hormone in plant which were under water shortage. Water stress caused significant differences in soil water potential. 6 days after ceasing irrigation the soil water potential dropted from 5 to 11 Bar. During this time the water contents of soil on the bases of dry weight decreased from 55 to 18 percent. Which indicate relatively high stress. To investigate how water stress function on morphology and organogenesis of plants, the internode number were counted. Internode number did not changed during stress in comparison to control plants, which showed water stress did not effect on leaf initiation but internode length were significantly reduces. Water potential highly decreased during stress and plants which were under stress up to 6 days had a water. Potential equal to 13 Bar which is relatively high stress. Total leaf area of Plants were measured. 4 days after ceasing irrigation significant decrease in total leaf area were observed. Stomata conductance significantly decrease 3 days after stress. (from  $\frac{1}{4}$  to  $1 \text{ scm}^{-1}$ ). 6 days after water stress treatment conductance further decrease to  $0/2 \text{ scm}^{-1}$ . Ethylene production increased significantly when leaf water potential dropped up to  $-5$  Bar and thereafter the amount of ethylene emanation significantly decreased. When the experiment were carried with excised leaf which were left under room temperature till leaf which were left under room temperature till leaf water potential dropted to the same water potential of intact dropted to the same water potential of intact plant. We observed correlation between ethylene production and water stress. After irrigation of Plants which were stress, leaf absicion correlation with the days which plants were under stress. In Plants which were 5 days under water stress 100 percent leaf absicion were observed. After irrigation to the lack of correlation between stress and ethylene production in more common method we try to test and compare intact flow system method with the mentioned method and the result were discussed.

**Key words:** Ethylene, Water stress, Tomato.