Archive of SID

تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر رشد، عملکرد و انباشت متابولیت‌های سازگاری در گیاه ریحان

عباس حسنی، رضا امیدبیگی و حسین حیدری شریف آباد[1]*

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد، روابط آبی و انباشت متابولیت‌های سازگار (پرولین و قندهای محلول) در گیاه ریحان یک آزمایش گلدانی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی، با چهار تیمار و چهار تکرار انجام گردید. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از نگهداری رطوبت گلدانها در ۱۰۰٪، ۸۵٪، ۷۰٪ و ۵۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای. تجزیه‌های آماری نتایج حاصله نشان دادند که اثر تیمارهای آبیاری بر رشد، عملکرد، روابط آبی و میزان پرولین و قندهای محلول معنی‌دار است. با کاهش مقدار آب آبیاری، ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندامهای هوائی، وزن تر و خشک ریشه، عملکرد، میزان نسبی آب برگ (RWC) و پتانسیل آب برگ کاهش و نسبت وزن خشک ریشه به شاخه (R/S)، غلظت پرولین و قندهای محلول افزایش یافت. به عبارت دیگر گیاه ریحان به هنگام مواجه با تنش آبی، مکانیسم تنظیم اسمزی را با افزایش انباشت پرولین و قندهای محلول به خدمت گرفته و از این طریق شرایط کمبود آب را تا حدی تحمل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ریحان، کمبود آب، میزان نسبی آب برگ، پتانسیل آب برگ، تنظیم اسمزی، پرولین، قندهای محلول

---

[1]- به ترتیب دانشجوی دورهٔ دکتری باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، دانشیار گروه باغبانی دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

* -وصول: ۸۰/۱۰/۳۰ و تصویب: ۸۱/۱۱/۱٤

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum*) گیاهی علفی، یک ساله و متعلق به خانوادهٔ نعناع (Lamiaceae) است. منشأ این گیاه هند، ایران و افغانستان گزارش گردیده است (امید بیگی، ۱۳۷۹). جنس *Ocimum* شامل ۳۰ گونه است که در میان آنها گونه *O. basilicum* مهمترین گونهٔ اقتصادی بوده و امروزه بطور تجاری در کشورهای فرانسه، مجارستان، آمریکا (کالیفرنیا)، هند، اسپانیا، مصر، پاکستان، اندونزی، مراکش و تقریباً در تمام مناطق گرم و معتدل کشت و کار می‌گردد (امید بیگی، ۱۳۷۹؛ Marotti و همکاران، ۱۹۹۶). از ریحان به عنوان گیاهی داروئی، ادویه‌ای و همچنین به عنوان سبزی تازه استفاده می‌شود (امید بیگی، ۱۳۷۹). برگهای معطر این گیاه بصورت تازه یا خشک شده به عنوان چاشنی و طعم دهندهٔ غذاها، شیرینی‌جات و نوشابه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (امید بیگی، ۱۳۷۹؛ Marotti و همکاران، ۱۹۹۶).

ریحان در اکثر فارماکوپه‌ها به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است. مواد مؤثرهٔ پیکرهٔ رویشی این گیاه اشتهاآور است و برای معالجهٔ نفخ شکم و کمک به هضم غذا استفاده می‌شود. از این گیاه برای معالجهٔ برخی ناراحتیهای قلبی و همچنین برای مداوای بزرگ شدن طحال می‌توان استفاده کرد(۱).

ریحان همانند سایر گیاهان خانوادهٔ نعناع حاوی اسانس است. اسانس ریحان خاصیت ضد قارچی و باکتریایی داشته (امید بیگی، ۱۹۹۶) و کنترل کنندهٔ حشرات است (Groger و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی و عطرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (امیدبیگی، ۱۳۷۹؛ Marotti، ۱۹۹۶).

یکی از عوامل اقلیمی عمده‌ای که توزیع و پراکنش گیاهان را در سرتاسر دنیا مشخص می‌کند کمبود آب است که ممکن است باعث تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیائی متعددی در گیاهان گردد. کشور ما نیز در بخشی از کرهٔ زمین قرار گرفته است که نزولات جوی در بسیاری از نقاط آن نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی را تأمین نمی‌کند و برای تولید عملکرد رضایت بخش، باید کمبود آب از طریق آبیاری تأمین گردد. علیرغم اینکه در رابطه با اثر تنش آبی بر روی محصولات زراعی تحقیقات وسیعی انجام گرفته است اما متأسفانه رفتار گیاهان دارویی و معطر تحت شرایط کمبود آب به خوبی مطالعه نشده است. بنابراین واضح است که برای فهم و درک موجودیت و ادامهٔ حیات گیاهان دارویی در نواحی خشک، ارزیابی عملکرد آنها و تعیین شرایط بهینه برای کشت و کارشان، نیاز به اطلاعات بیشتری در مورد عکس‌العمل آنها به کمبود آب وجود دارد (Lethamo و Gosselin، ۱۹۹۶).

کاهش تورژسانس اولین اثر تنش آبی است که کاهش سرعت نمو، رشد طولی ساقه، رشد برگ و همچنین کاهش قطر منفذ روزنه از آن ناشی می‌شود. کاهش تورژسانس ممکن است با تقلیل اندازهٔ سلولی و کاهش سطح برگ همراه باشد. متعاقب کاهش سطح برگ در اثر تنش، جذب نور نیز کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد و این اساس کاهش رشد از طریق محدود شدن تأمین آسیمیلات‌ها در شرایط خشکی است (Hsiao، ۱۹۷۳). مطالعات نشان می‌دهند که تنش ناشی از کمبود آب در گیاهان همچنین باعث تخریب غشای سلولی، تخریب و کاهش پروتئین‌ها، انباشت پرولین و سایر اسیدهای آمینه، تخریب آنزیم‌ها، تولید مواد سمی، اختلالات هورمونی از جمله افزایش اسید آبسسیک و کاهش تحریک کننده‌های رشد، آسیب به رنگیزه‌ها و پلاستیدها، کاهش مقدار و سنتز کلروفیل، کاهش رشد ریشه و گلهای تلقیح شده و می‌شود (Levitt، ۱۹۸۰).

گیاه بهنگام مواجه با شرایط خشکی، مکانیسم‌های مختلفی را بخدمت می‌گیرد. یکی از مکانیسم‌های کارآمدی که گیاه در شرایط کمبود آب از آن بهره می‌برد، تنظیم اسمزی است. تنظیم اسمزی یک پدیدهٔ فیزیولوژیکی است که در طی آن پتانسیل اسمزی بافتهای تحت تنش، در اثر انباشت یکسری مواد اسمزی در سلولها کاهش می‌یابد و بنابراین فشار تورگر سلولها در حد مطلوب نگهداری می‌شود. این مواد اسمزی عمدتاً شامل برخی از عناصر غذایی (مانند پتاسیم، سدیم و کلسیم) و برخی متابولیت‌ها نظیر قندها (بویژه مونوساکاریدها)، اسیدهای آمینه (خصوصاً پرولین) و اسیدهای آلی می‌باشند (Irigoyen و همکاران، ۱۹۹۲؛ Zhang و Archbold، ۱۹۹۳). این متابولیت‌ها چون هیچگونه تعارضی با واکنشهای عادی بیوشیمیائی گیاهان ندارند به متابولیت‌های سازگاری (Compatible solutes) نیز موسومند (Bohnert و همکاران، ۱۹۹۵).

بنابراین در شرایط تنش آبی، معمولاً غلظت قندها و پرولین افزایش می‌یابد. انباشت پرولین در اثر آب کشیدگی ناشی از کمبود آب یا کاهش پتانسیل اسمزی در باکتریها، جلبک‌ها و گیاهان عالی به ثبت رسیده است. (Aspinall و Paleg، ۱۹۸۱). پرولین علاوه بر تنظیم اسمزی به عنوان محل تجمع انرژی و شاخص مقاومت به خشکی به حساب می‌آید (Aspinall و Paleg، ۱۹۸۱). و باعث ثبات

www.SID.ir

Archive of SID

و پایداری غشاها و ماکرومولکولها و نیز از بین بردن سمیت ازت اضافی در بافتها می‌گردد (Ferrat و Lovatt، ۱۹۹۹، Irigoyen و همکاران، ۱۹۹۲؛ Rabe، ۱۹۹۰). تجمع پرولین همچنین می‌تواند نقش مهمی را در کنترل pH سلولی داشته باشد (Venekamp، ۱۹۸۹).

رژیم‌های آبیاری (در فواصل ۷، ۱٤ یا ۲۸ روز) بر روی گیاه ریحان نشان داد که رشد گیاه با افزایش فواصل بین نوبت‌های آبیاری کاهش می‌یابد. همچنین دور آبیاری عملکرد اسانس و ترکیب اجزاء تشکیل دهندهٔ آن را تغییر داد (Refaat و Saleh، ۱۹۹۷).

Simon و همکاران، (۱۹۹۲) اثر رژیم‌های مختلف آبی شامل هر ۲٤ ساعت دوبار آبیاری (شاهد)، هر ٤۸ ساعت یکبار آبیاری (تنش آبی ملایم) و هر ۷۲ ساعت یکبار آبیاری (تنش آبی متوسط) را بر روی گیاه ریحان بررسی کرده و مشاهده نمودند که با تشدید کمبود آب وزن خشک برگ و ساقه کاهش می‌یابد. تنش آبی ملایم (پتانسیل آب برگ ۰/٦۸ـ مگا پاسکال) اثر معنی داری بر روی سطح برگ نداشت. اما تنش آبی متوسط (پتانسیل آب برگ ۱/۱۲ـ مگاپاسکال) آنرا کاهش داد. همچنین مقدار اسانس برگ‌ها با اعمال تنش آبی افزایش یافت.Charler و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که در گیاه نعناع میزان مادهٔ خشک و عملکرد اسانس با مقادیر بالاتری از آبیاری افزایش می‌یابد.در تحقیق دیگری بر روی گیاه نعناع، مشاهده شد که تنش آبی باعث کاهش معنی‌داری در سرعت تبادل گاز دی‌اکسیدکربن، سطح کل آسیمیلاسیون کننده، مادهٔ تر و خشک، مقادیر کلروفیل، کاروتنوئیدها، Zn، Mn، Fe و عملکرد اسانس می‌گردد (Misra و Srivastava، ۲۰۰۰). Johnson (۱۹۹۵) با اعمال تنش آبی بر روی گیاه آویشن اسپانیائی (*Lippia micromera*) مشاهده نمود که با تشدید تنش آبی، وزن خشک و تر گیاه کاهش در حالیکه درصد و عملکرد اسانس افزایش می‌یابد.

با توجه به مطالب فوق، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبی بر روی پاره‌ای از خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه ریحان انجام گردید.

مواد و روشها

به منظور بررسی اثر تنش آبی بر روی گیاه ریحان، آزمایشی گلدانی در طی بهار و تابستان سال ۱۳۸۰، در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و مؤسسهٔ تحقیقات جنگلها و مراتع در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی، با چهار تیمار و چهار تکرار طراحی و اجراء گردید. هر واحد آزمایشی شامل ٦ گلدان بوده و بنابراین در هر بلوک ۲٤ گلدان و در مجموع ۹٦ گلدان مورد استفاده قرار گرفت. در این آزمایش از بذور رقم اصلاح شدهٔ کشکنی لولو[1] ریحان که از بخش گیاهان دارویی دانشگاه علوم باغبانی بوداپست کشور مجارستان تهیه شده بود استفاده گردید. گلدانهای مورد استفاده از نوع پلاستیکی، با قطر دهانهٔ ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر بودند. پس از توزین هر کدام از گلدانهای خالی، در کف گلدانها به مقدار مساوی، شن درشت (جهت انجام زهکشی) ریخته شد و سپس گلدانها با خاک تهیه شده پر شدند (در داخل هر گلدان ۱۱ کیلوگرم خاک). بلافاصله پس از پر کردن گلدانها، نمونه‌هایی از خاک مذکور، جهت تعیین میزان رطوبت به آزمایشگاه منتقل گردیده و در داخل آون (۱۰۰°c بمدت ٤۸ ساعت) خشک گردیدند و بدین ترتیب وزن خاک خشک ریخته شده در داخل گلدانها تعیین گردید. همچنین بر اساس نتایج آزمون خاک، بافت خاک از نوع شنی لومی بوده و درصد رطوبت وزنی آن در حد ظرفیت مزرعه‌ای و نقطهٔ پژمردگی دائم به ترتیب ۲۲/٦ و ۱۱/۵ درصد تعیین گردید. پس از آماده سازی گلدانها، تعدادی بذر را در داخل هر کدام از گلدانها کاشته و پس از سبز شدن، بوته‌ها در طی چند مرحله تنک گردیده و نهایتاً در داخل هر گلدان ۷ بوته نگهداری شد. تا یک ماه پس از کاشت (مرحلهٔ ٦ تا ۸ برگی شدن بوته‌ها) گلدانها بمقدار مساوی آبیاری می‌شدند و از این مرحله به بعد، تیمارهای آبیاری (I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4) به شرح زیر اعمال گردیدند:

I_1 : ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای (با رطوبت ۲۲/٦ درصد وزنی)

I_2 : ۸۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای (با رطوبت ۰/۸۵× ۲۲/٦ درصد وزنی)

I_3 : ۷۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای (با رطوبت ۰/۷ × ۲۲/٦ درصد وزنی)

I_4 : ۵۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای (با رطوبت ۰/۵۵ × ۲۲/٦ درصد وزنی)

گلدانها بصورت روزانه توزین شده و به اندازهٔ کاهش وزن گلدانها در هر کدام از تیمارها آب افزوده می‌شد. برای رفع خطای مربوط به افزایش وزن گلدانها در اثر اضافه شدن وزن گیاهان، تمام گلدانها دوبار (به فواصل ۱۰ روز) تا حد رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای آبیاری شدند و چون از قبل وزن گلدان حاوی خاک (بدون گیاه) را داشتیم بنابراین اضافه وزن گیاهان داخل گلدانها در مدت ذکر شده براحتی قابل محاسبه بود و بدین ترتیب در توزین گلدانها و محاسبهٔ آب مصرفی، افزایش وزن گیاه نیز منظور می‌شد.

پس از اعمال تیمارهای مختلف آبیاری، در مرحلهٔ گلدهی کامل (حدود ٦ هفته پس از شروع تیمارهای آبی)

[1] Keskeny Levelu

www.SID.ir

Archive of SID

در هر واحد آزمایشی یک گلدان بطور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ (توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ)، وزن تر و خشک اندامهای هوایی و ریشه‌ها، عملکرد پیکرهٔ رویشی تازه و خشک در گلدان و بالاخره نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (R/S) اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن خشک، هر یک از اندامها بطور جداگانه به مدت ۷۲ ساعت در آون (۷۰°C) نگهداری می‌شوند.

پتانسیل آب برگ و میزان نسبی آب برگ[1] (RWC) در دو مرحله، یکی در دو هفته پس از شروع تیمارهای آبیاری و دیگری در مرحله شروع گلدهی (حدود پنج هفته پس از شروع تیمارهای آبیاری) اندازه‌گیری شدند. برای این منظور از قسمتهای انتهایی ساقه چند برگ کاملاً توسعه یافته قطع و پس از اندازه‌گیری پتانسیل آب آنها توسط دستگاه محفظهٔ فشار[2] (مدل ELE ساخت انگلستان)، میزان نسبی آب آنها به روش زیر تعیین گردید:

دیسکهایی به قطر ۸ میلی‌متر از قسمت میانی پهنک برگ تهیه (از هر واحد آزمایشی ۱۰ دیسک برگی) و پس از توزین، آنها را به پتری‌دیشهای درب‌دار حاوی آب مقطر منتقل کرده و به مدت ٤ ساعت در سردخانه (٤°C) و در تاریکی قرار داده شدند. پس از خارج کردن دیسکها از آب مقطر جهت حذف رطوبت اضافی سطح دیسکها، آنها را در بین دو لایه کاغذ صافی خشک نموده و سپس وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد. پس از تعیین وزن آماس، دیسکهای برگی را به آون (۷۰ °C) منتقل کرده و پس از گذشت ٤٨ ساعت وزن خشک آنها تعیین گردید و نهایتاً RWC با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید (Turner، ۱۹۸۱)

$$RWC = \frac{\text{وزن خشک دیسک های برگی} - \text{وزن تر دیسک های برگی}}{\text{وزن خشک دیسک های برگی} - \text{وزن آماس دیسک های برگی}} * ۱۰۰$$

برای اندازه‌گیری پرولین و قندهای محلول، نمونه‌هایی از برگهای توسعه یافتهٔ انتهایی را در مرحله شروع گلدهی (حدود ۵ هفته پس از شروع تیمارهای آبیاری) از تمام واحدهای آزمایشی جدا نموده و سپس به روش زیر اقدام به تهیه عصارهٔ گیاهی گردید:

۰/۵ گرم از بافت تازه برگی، به همراه ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ در داخل هاون چینی کوبیده و له شد. قسمت بالای محلول حاصله، جدا گشته و رسوبات آن دوبار با ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰٪ شستشو شده و فاز بالایی آن به قسمت رویی قبلی اضافه گردید. محلول بدست آمده در دستگاه سانتریفوژ (مدل CHERMLE Z 230 A ساخت کشور آلمان) بمدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰rpm قرار داده شد. پس از جدا شدن فاز مایع و جامد، قسمت مایع در داخل یخچال در ٤ درجه سانتیگراد نگهداری گردید (Irigoyen و همکاران، ۱۹۹۲). پس از تهیه عصارهٔ الکلی گیاه، میزان پرولین و قندهای محلول به روش Paquin و Lechasseur (۱۹۹۲) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پرولین، استانداردهایی از پرولین با رقت صفر تا ۰/۱ میکرومول بر میلی‌لیتر و برای اندازه‌گیری قند محلول‌هایی از گلوکز با غلظتهای بین صفر تا ۱۲۰ppm تهیه گردید. نتایج بدست آمده توسط نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل گردید (Nissen، ۱۹۸۹).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهند که مقادیر مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۱٪ بر روی صفات اندازه‌گیری شده داشته است. صفات رویشی اندازه‌گیری شده (ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندامهای هوایی و ریشه‌ها) تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری قرار گرفته و اختلاف آماری معنی‌داری داشته‌اند (جدول ۲). بطوری که بالاترین مقدار هر کدام از صفات رویشی ذکر شده در تیمار I_1 (شرایط ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای) و پایین‌ترین مقدار صفات رویشی یاد شده در تیمار I_4 (شرایط ۵۵٪ ظرفیت مزرعه‌ای) می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که با کاهش میزان رطوبت خاک، کاهشی در میزان ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندامهای هوائی و ریشه‌ها دیده می‌شود. ارتفاع بوته در تیمار I_1 به ترتیب حدود ۱/۰٦، ۱/۱۷و ۱/۵۷ برابر ارتفاع بوته‌ها در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 و قطر ساقه نیز در تیمار I_1 به ترتیب حدود ۱/۱۲، ۱/۲۲ و ۱/۵۱ برابر قطر ساقه‌ها در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 بوده است (جدول ۲). همچنین سطح برگ در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 به ترتیب حدود ۲۲/٤، ٤۰/۸ و ۷۲ درصدنسبت به تیمار I_1 کاهش نشان داده‌است (جدول ۲).

همچنین میزان عملکرد ماده تازه و خشک در گلدان در بین تیمارهای مختلف آبیاری اختلاف معنی‌داری داشته است بطوری که بالاترین میزان عملکرد در تیمار I_1 و پایین‌ترین مقدار عملکرد در تیمار I_4 بوده است (جدول ۲). عملکرد در گلدان (بر حسب مادهٔ خشک) در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 به ترتیب حدود ۲۰/۸، ۳۵/٤۸ و ٦۸/٦ درصد نسبت به تیمار I_1 کاهش داشته است (جدول ۲). از نتایج فوق چنین بر می‌آید که روند کاهش سطح برگ با روند کاهش ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد در اثر تشدید کمبود آب مطابقت دارد.یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه رشد و توسعهٔ سلول

[1] Relative water content

[2] Pressure bomb

www.SID.ir

Archive of SID

خصوصاً در ساقه و برگها است. با کاهش رشد سلول اندازهٔ اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می‌توان از روی اندازهٔ کوچکتر برگها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (Hsiao، ۱۹۷۳). به علاوه در شرایط کم آبی جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه برگها محدود می‌گردد (Mandal و همکاران، ۱۹۸٦). متعاقب کاهش سطح برگ، جذب نور نیز کم شده و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و نهایتاً عملکرد آن دچار نقصان می‌شود (Hsiao، ۱۹۷۳). نتایج بدست آمده در مورد ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ و عملکرد با آنچه که توسط El-Rahim و همکاران (۱۹۹۸) در ذرت، Pennypacker و همکاران (۱۹۹۰) در یونجه، Ferrat و Lovatt (۱۹۹۹) در لوبیا، Ram و همکاران (۱۹۹۸)، Charles و همکاران (۱۹۹۰)، Misra و Srivastara (۲۰۰۰)، Alkire و همکاران (۱۹۹۳) در نعناع، Johnson (۱۹۹۵) در آویشن، Refaat و Saleh (۱۹۹۷) و Simon و همکاران(۱۹۹۲) در ریحان گزارش گردیده است مطابقت دارد. جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک شاخه (R/S) با کاهش رطوبت خاک افزایش می‌یابد بطوریکه بیشترین مقدار R/S در تیمار I_4 و کمترین مقدار آن در تیمار I_1 بوده است. و بین تیمار I_4 با بقیه تیمارها از نظر نسبت R/S اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی بین تیمارهای I_1 و I_2 و نیز بین تیمارهای I_2 و I_3 اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

Sharp و Davies (۱۹۷۹) در ذرت، Taylor و همکاران (۱۹۸۲) در گوجه‌فرنگی، فاکر و همکاران (۱۳۷۹) در مرزه نیز نشان دادند که در شرایط کمبود آب نسبت R/S افزایش می‌یابد. این محققین عقیده داشتند که در شرایط تنش آبی، دهیدراسیون و کاهش حجم سلولی در شاخه‌ها بیشتر از ریشه‌ها بوقوع می‌پیوندد و به عبارت دیگر تحت شرایط کمبود آب، رشد شاخه‌ها بیشتر از رشد ریشه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. چنین بنظر می‌رسد که تحت چنین شرایطی فتوآسیمیلات بیشتری به ریشه‌ها تخصیص داده می‌شود. بنابراین برخی از گیاهان در پاسخ به خشکی، میزان جذب آب را از طریق حفظ نسبی رشد ریشه و افزایش نسبت R/S افزایش داده و لذا آب قابل دسترس خاک در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. نتایج این تحقیق ضمن تأیید نتایج آزمایشات محققین مذکور، بیان می‌دارد که گیاه ریحان نیز به هنگام مواجه با تنش آبی، از طریق افزایش نسبت R/S تا حدودی با کمبود آب مقابله می‌نماید.

با ملاحظهٔ مقادیر پتانسیل آب برگ و میزان نسبی آب (RWC) در شکل ۱ مشخص می‌شود که مقادیر این دو صفت تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری اختلاف معنی‌داری داشته‌اند بطوریکه بالاترین مقدار آنها در تیمار I_1 و کمترین مقدار آنها در تیمار I_4 بوده است. بین پتانسیل آب و RWC رابطهٔ تنگاتنگی وجود دارد و روند تغییرات آنها تا حدودی مشابه است یعنی با کاهش میزان RWC در شرایط کم آبی، پتانسیل آب نیز کمتر (منفی‌تر) می‌شود. در این آزمایش نیز روند کاهش پتانسیل آب و RWC دراثر محدودشدن رطوبت خاک‌مشابه‌بود (شکل ۱). گاهی اوقات از ارتباط بین پتانسیل آب و RWC برای ارزیابی مقدار کمبود آب و تشنگی بافتها و سلولهای گیاهی و نیز برآورد میزان مقاومت بافتها در مقابل دهیدراسیون ناشی از کم آبی استفاده می‌شود. گفته می‌شود که بافتهایی که با وجود کاهش پتانسیل آب قادر به حفظ مقادیر بالاتری از RWC هستند به دهیدراسیون مقاومترند (Irigoyen و همکاران، ۱۹۹۲). نتایج این آزمایش در رابطه با کاهش مقادیر پتانسیل آب برگ و RWC در اثر تنش آبی با نتایج آزمایشات Ferrat و Lovatt (۱۹۹۹) در لوبیا، Irigoyen و همکاران (۱۹۹۲) در یونجه و Simon و همکاران (۱۹۹۲) در ریحان مطابقت دارد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که با تشدید کمبود آب، مقدار پرولین برگها افزایش می‌یابد (شکل ۲). بالاترین میزان انباشت پرولین در تیمار I_4 (۳/۰٤٥ میکرومول در گرم وزن تازه) و کمترین میزان انباشت آن در تیمار I_1 (۲/۱٦ میکرومول در گرم وزن تازه) بوده است. اگر چه بین تیمار I_4 و سایر تیمارها از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود دارد اما اختلاف بین تیمارهای I_3، I_2 و I_1 معنی‌دار نیست. مقدار پرولین در تیمار I_4 به ترتیب حدود ۱/۲، ۱/۳۸ و ۱/٤ برابر مقدار پرولین در تیمارهای I_3، I_2 و I_1 بوده است. بنابراین میزان انباشت پرولین تا زمانی که کمبود آب شدید نباشد قابل ملاحظه نیست. علاوه برتنظیم اسمزی، نقش احتمالی پرولین در ارتباط با مقاومت به خشکی این است که باعث خنثی شدن سمیت آمونیاک آزاد تولید شده در برگهای گیاهان تحت استرس آبی می‌گردد و به علاوه به عنوان یک سوبستریت برای تنفس و یک منبع انرژی برای بهبودی گیاه بخدمت گرفته می‌شود (Ferrat و Lovatt، ۱۹۹۹؛ Irigoyen و همکاران، ۱۹۹۲؛ Rabe ۱۹۹۰). به نظر می‌رسد که همبستگی نزدیکی بین میزان انباشت پرولین و مقادیر RWC و پتانسیل آب وجود داشته باشد. بطوریکه Rayagopa و همکاران (۱۹۹۷). در شرایط مختلف تنش خشکی، تغییرات پرولین گندم را منطبق با تغییرات RWC اعلام کردند. در آزمایشات Irigoyen و همکاران (۱۹۹۲)

www.SID.ir

Archive of SID

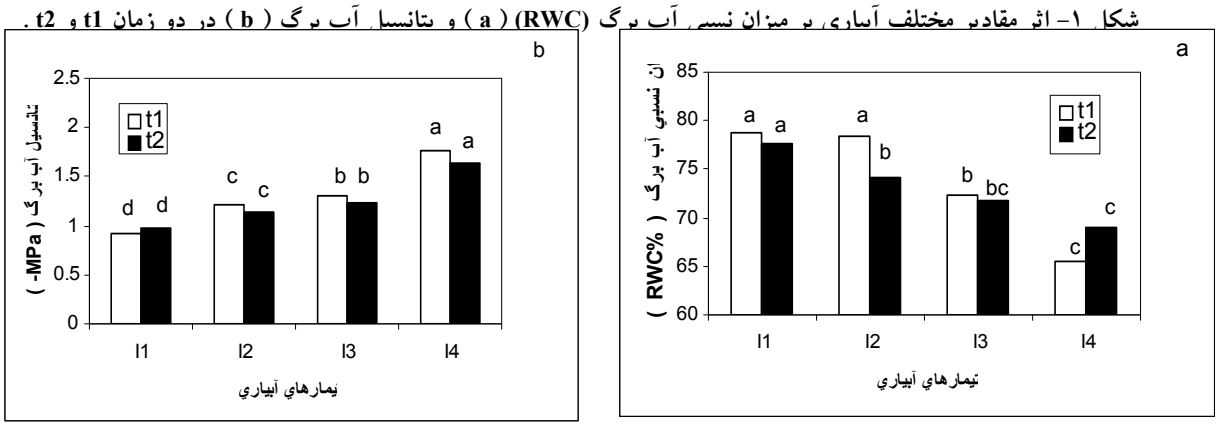
بر روی گیاه یونجه نیز کاهش RWC در نتیجه کاهش پتانسیل آب با افزایش سریعی در مقادیر پرولین و قندهای محلول منطبق بود. در آزمایشات Maestri و همکاران (۱۹۹۵) نیز، تجمع پرولین همبستگی نزدیکی با پتانسیل آب برگ نشان داد و بنابراین آنها اعلام داشتند که انباشت پرولین می‌تواند شاخص حساسی برای تعیین وضعیت هیدراسیون برگها باشد.

با ملاحظه روند تغییرات RWC، پتانسیل آب برگ و پرولین در اشکال ۱و ۲ مشخص می‌شود که کاهش مقادیر RWC و پتانسیل آب برگ با افزایش میزان پرولین تحت مقادیر مختلف آبیاری منطبق است. به عبارت دیگر وجود همبستگی نزدیک بین RWC، پتانسیل آب برگ و انباشت پرولین که توسط محققین مذکور گزارش شده در این آزمایش مورد تأیید قرار می‌گیرد.

با ملاحظهٔ مقدار قندهای محلول در شکل ۲ مشخص می‌گردد که مقدار این صفت در رژیم‌های مختلف آبیاری اختلاف معنی‌داری داشته است و با تشدید کمبود آب مقدار آن افزایش می‌یابد. بطوری که بالاترین میزان قندهای محلول (۹۲/٦٤ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) در تیمار I ٤ و کمترین مقدار آن (۵۹/۹۷ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) در تیمار I ۱ دیده شد. مقدار قندهای محلول در تیمار I ٤ به ترتیب حدود ۱/۱٦، ۱/٤ و ۱/٥٤ برابر تیمارهای I ۳، I ۲ و I ۱ بوده است. بنا به گفتهٔ Turner و همکاران (۱۹۷۸) چنین انباشتی از قندها می‌تواند ناشی از شدت تبدیل نشاسته به قندهای محلول و یا نتیجه کاهش مصرف آنها باشد. همانند آنچه که در مورد پرولین گفته شد بین قندهای محلول با RWC و پتانسیل آب نیز همبستگی وجود دارد Irigoyen و همکاران (۱۹۹۲). مقایسهٔ روند افزایش قندهای محلول با روند کاهش RWC و پتانسیل آب برگ در اشکال ۱و۲ این مطلب را تأیید می‌کند. نتایج این آزمایش در رابطه با انباشت قندهای محلول تحت تأثیر تنش کم آبی، با یافته‌های عبادی و همکاران (۱۳۷۹) و Irigoyen و همکاران(۱۹۹۲) در یونجه، Turner و همکاران (۱۹۷۸) در سورگوم و آفتابگردان و Riazi و همکاران (۱۹۸۵) در جو مطابقت دارد . افزایش پرولین و قندهای محلول بعنوان یک مکانیسم دفاعی در تنظیم اسمزی گیاهان‌دارای اهمیت می‌باشند. همانگونه که گفته شد تنظیم اسمزی یک پدیده فیزیولوژیکی است که درطی آن پتانسیل اسمزی بافتهای تحت تنش در اثر انباشت یک سری مواد اسمزی در سلولها کاهش می‌یابد و بنابراین فشار تورگر سلولها در حد مطلوب نگهداری می‌شود (Irigoyen و همکاران، ۱۹۹۲؛ Zhang و Archbold، ۱۹۹۳).

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که تنش کمبود آب موجب کاهش رشد و عملکرد، RWC و پتانسیل آبی برگ می‌گردد و گیاه ریحان برای حفظ وضعیت آبی خود با انباشت متابولیت‌های سازگار (پرولین و قندهای محلول) از طریق مکانیسم تنظیم اسمزی، کاهش سطح برگ و بالا نگه داشتن نسبت R/S تا حدودی با خشکی مقابله می‌کند.

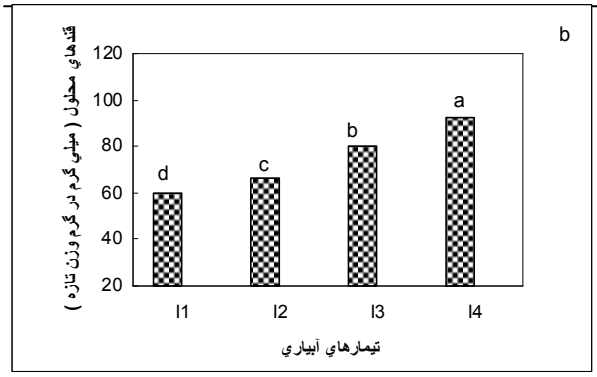
شکل ۱- اثر مقادیر مختلف آبیاری بر میزان نسبی آب برگ (RWC) (a) و پتانسیل آب برگ (b) در دو زمان t1 و t2 .

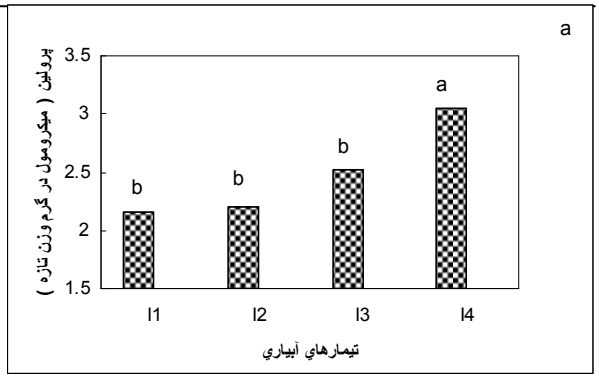


شکل ۲- اثر مقادیر مختلف آبیاری بر میزان تجمع پرولین (a) و قندهای محلول (b)

www.SID.ir

Archive of SID





www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۲. عبادی، ع.، ح. حیدری شریف آباد، ا. هاشمی دزفولی و ز. طهماسبی. ۱۳۷۹. تأثیر تنش کمبود آب در انباشت متابولیت‌های سازگاری در ارقام مختلف یونجه. مجلهٔ پژوهش و سازندگی. شمارهٔ ٤٨: ٦٧-٦٤.

۳. فاکرباهر، ز.، م. ل. قربانلی، م. ب. رضایی و م. میرزا. ۱۳۷۹. بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی، برخی جنبه‌های فیزیولوژیک، کمیت و کیفیت اسانس در مرحلهٔ گلدهی گیاه مرزه. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه تربیت معلم.

4. Alkire, B.H., J.E. Simon, D. Palvitch, and E. Putievsky. 1993. Water management for midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soils, Indiana, USA. Acta Horticulturae, No. 344:544-556.
5. Aspinall, D., and L.G. Paleg. 1981. Physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Americann Press. New York.
6. Bohnert, H.J., D.E. Nelson, and R.G. Jensen. 1995. Adaptations to environmental stresses. Plant Cell, 7:1098-1111.
7. Charles, D.G., R.J., Joly, and J.E. Simon. 1990. Effects of osmotic stress on the essential oil content and composition of peppermint. Phytochemistry, 29:2837-2840.
8. El- Rahim, A.M.F., G. Fahmy, and Z.M. Fahmy. 1998. Alterations in transpiration and stem vascular tissues of two maize cultivars under conditions of water stress and late wilt disease. Plant Pathol. 47:216-223.
9. Ferrat, I.L., and C.J. Lovatt. 1999. Relationship between relative water content, nitrogen pools, and growth of *Phaseolus vulgaris* L. and *P. acutifolius* A. Gray during water deficit. Crop Sci. 39:467-475.
10. Grayer, R.J., G.C. Kite, F.J. Goldstone, S.E. Brayan, A. Paton, and E. Putievsky. 1996. Infraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicom.* Phytochemistry, 43:1033-1039.
11. Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. Annu. Rev. Plant Physiol. 24:519-570.
12. Irigoyen, J.J., D.W. Emerich, and M. Sanchez-Diaz. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa *(Medicago sativa)* plants. Physiol. Plant. 84:55-60.
13. Johnson, L.U.E. 1995. Factors affecting growth and the yield of oil in Spanish thyme *(Lippia micromera* Schou). St. Augustine (Trinidad and Tobago). 132 p.
14. Letchamo, W., and A. Gosselin. 1996. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. J. Hort. Sci. 71:123-134.
15. Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stress. Vol. 2nd. Academic Press. New York.
16. Maestri, M., F.M. Da Matta, A.J. Regazzi, and R.S. Barros. 1995. Accumulation of proline and quaternary ammonium compounds in mature leaves of water stressed coffee plants *(Coffea arabica* and *C. canephora)*. J. Hort. Sci. 70:229-233.
17. Mandal, B.K., P.K. Ray, and S. Dasgupta. 1986. Water use by wheat, chickpea and mustard grown as sole crops and intercrops. Indian J. Agric. Sci. 56:187-193.
18. Marotti, M., R. Piccaglia, and E. Giovanelli. 1996. Differences in essential oil composition of basil *(Ocimum basilicum* L. *)* Italian cultivars related to morphological characteristics. J. Agr. Food Chem. 44:3926-3929.
19. Misra, A., and N.K. Srivastava. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 7:51-58.
20. Nissen, O. 1989. MSTATC user's guide. Michigan State University.
21. Paquin, R., and P. Lechasseur. 1979. Observationssur une methode de dosage de la proline libre dans les extraits de plantes. Can. J. Bot. 57:1851-1854.
22. Pennypacker, B.W., K.T. Leath, W.L. Stout, and R.R. Hill. 1990. Technique for simulooting field drought stress in the greenhouse. Agron. J. 82:951-957.
23. Rabe, E. 1990. Stress physiology: The Functional significance of the accumulation of nitrogen- containing compounds. J. Hort. Sci. 65:231-243.
24. Rajagopal, V., V. Balasubramanian, and K. Sinha. 1997. Durnal fluctuations in relative water content, nitrate reductase and proline content in water- stressed and non- stressed wheat. Physiol. Plant. 40:69-71.
25. Ram, M., D. Ram, and S. Singh. 1995. Irrigation and nitrogen requirement of Bergamot mint on a sandy loam soil under sub- tropical conditions. J. Hort. Sci. 27:45-54.
26. Refaat, A.M., and M.M. Saleh. 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo, 48:515-527.
27. Riazi, A., K. Matsuda, and A. Arslan. 1985. Water stress induced changes in concentrations of proline and other solutes in growing regions of young barley leaves. J. Exp. Bot. 36:1716-1725.

www.SID.ir

Archive of SID

28. Sharp, R.E., and W.J. Davies. 1979. Solute regulation and growth by roots and shoots of water stressed maize plants. Planta, 147:43-49.
29. Simon, J.E., R.D. Bubenheim, R.J. Joly, and D.J. Charles. 1992. Water stress- induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. Journal of Essential Oil Research, 4:71-75.
30. Taylor, A.G., J.E. Motes, and M.B. Kirkham. 1982. Osmotic regulation in germinating tomato seedlingsJ . Amer. Soc. Hort. Sci. 107:387-390.
31. Turner, N.C., J.E. Begg, and M.L. Tonnet. 1978. Osmotic adjustment of sorghum and sunflower crops in response to water deficit and its influence on water potential at which stomata close. Aus. J. Plant Physiol. 5:597- 608.
32. Turner, N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil, 58:339- 366.
33. Venekamp, J.H. 1989. Regulation of cytosol acidity in plants under conditions of drought. Physiol. Plant. 76:112- 117
34. Zhang, B., and D.D. Archbold. 1993. Solute accumulation in leaves of *Fragaria Chiloensis* and a *F. virginiana* selection responds to water deficit stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:280- 285.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Different Soil Moisture Levels on Growth, Yield and Accumulation of Compatible Solutes in Basil (*Ocimum basilicum*)

A. Hassani, R. Omidbaigi and H. Heidari Sharifabad[1]

Abstract

A pot experiment in randomized complete block design with four treatments and four replications was conducted to study the effect of different irrigation regimes on growth, yield, water relations and compatible solutes accumulation (proline and total soluble sugars) in basil *(Ocimum basilicum)*. The treatments were: 100%, 85%, 70% and 55% of field capacity. According to the results of statistical analysis, irrigation treatments had significant effects on growth, yield, water relations and amounts of proline and soluble sugars. As the amount of irrigation water decreased, the plant height, stem diameter, leaf area, fresh and dry weight of shoots, fresh and dry weight of roots, leaf relative water content (RWC) and leaf water potential decreased but the root to shoot ratio, proline and total soluble sugars concentration increased. The results of this study showed that basil plant uses osmoregulation by increasing proline and soluble sugars level in order to tolerate the water deficit conditions.

Keywords: Basil *(Ocimum basilicum),* Water deficit, Leaf relative water content (RWC), Leaf water potential, Osmoregulation, Proline, Soluble sugars.

[1] Ph.D. Student of Horticultural Science at Tarbiat Modarres University, Associate Prof. at Horticulture Department of Tarbiat Modarres University, and Member of Scientific Staff at Research Institute of Forests and Rangelands, respectively.

www.SID.ir