

اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای سیتوپلاسمی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.)

Effect of drought stress, ascorbate and gibberellin foliar application on some morphological traits, RWC and cell membrane stability of Thyme (*Thymus vulgaris* L.)

علیرضا پازکی^۱، حلیمه رضایی^۲، داوود حبیبی^۳، فرزاد پاک نژاد^۳

چکیده

به منظور بررسی اثر آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای سیتوپلاسمی گیاه دارویی آویشن در سطوح مختلف تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در سال ۱۳۹۱ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری و شهرستان پاکدشت اجرا گردید که در آن آبیاری در سه سطح (FC، $2/3FC$ و $1/3FC$)، آسکوربات در دو سطح (۰ و ۱۰ میلی مولار) و جیبرلین در دو سطح (۰ و ۱۰ میلی مولار) در نظر گرفته شدند. نتایج تحقیق نشان داد که بجز اثرات متقابل دو گانه آسکوربات و جیبرلین و خشکی و جیبرلین بر طول ریشه، اثر خشکی و آسکوربات بر محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای سیتوپلاسمی و اثر متقابل سه گانه عوامل آزمایشی بر تعداد شاخه فرعی و پایداری غشای سیتوپلاسمی، سایر اثرات متقابل معنی دار بودند. نتایج مقایسات میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد، کاربرد ۱۰ میلی مولار آسکوربات و جیبرلین در شرایط آبیاری FC منجر به بیشترین میزان وزن خشک ریشه (۰/۷۲ گرم)، وزن خشک اندام‌های هوایی (۰/۴۵ گرم)، تعداد شاخه‌های فرعی (۲۰ عدد)، سطح برگ (۵۰/۲۱ سانتی متر مربع) و وزن خشک برگ (۰/۲۰ گرم) به عنوان اجرای اصلی تولید کننده اسانس آویشن گردید. ضمن این که کاربرد توأم آسکوربات و جیبرلین در هر دو وضعیت آبیاری مطلوب، تنش متوسط و شدید منجر به افزایش محتوی نسبی آب برگ (RWC)، کاهش میزان نشت و در حقیقت افزایش پایداری غشای سیتوپلاسمی گردید.

واژه‌های کلیدی: آویشن، آسکوربات، جیبرلین، تنش خشکی، صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران

۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، گروه زیست شناسی - علوم گیاهی، تهران، ایران

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران

نگارنده مسئول (pazoki@iausr.ac.ir)

مقدمه

استفاده می شود. قسمت های درمانی این گیاه، سرشاخه گلدار است. از مواد مؤثره موجود در گیاه آویشن داروهای به شکل شربت، قرص مکیدنی و از عصاره های آبی، آبی - الکلی و پروپیلن گلیکولی آویشن نیز در تهیه شامپو، کرم و پماد استفاده می شود. اثر ضد قارچ، ضد انگل و ضد باکتری این گیاه به اثبات رسیده است (امیدبیگی، ۱۳۷۶؛ نقدی بادی و مکی زاده تفتی، ۱۳۸۲)

سلولهای گیاهی برای حفاظت در مقابل آسیب های اکسیداتیو، مجهز به یک سیستم جاروب کننده رادیکالهای آزاد می باشند، که از این میان می توان به اسید آسکوربیک (ASC) اشاره نمود. اسید آسکوربیک، مولکول محلول در آب و کوچک است که به صورت سوبسترای اولیه در چرخه سم زدایی آنزیمی پراکسید هیدروژن عمل می کند (Beltagi, 2008). اسید آسکوربیک در سیتوسل، واکوئلها، میتوکندریها و دیواره سلولی گیاه وجود دارد. اسید اسکوربیک همراه با ترکیبات دیگری مانند توکوفرول، کاروتنوئیدها و فنلها، سیستم آنتی اکسیدانی غیر آنزیمی را در گیاهان تشکیل می دهند (Smirnoff, 2001). اسید آسکوربیک از آنتی اکسیدانهای بسیار قوی می باشد که با احیای رادیکالهای آزاد موجب بازدارندگی آنها می شود.

اسید آسکوربیک به عنوان یک آنتی اکسیدان مهم گیاهی می تواند با انواع مختلف اکسیژنهای فعال ترکیب شود و از بسیاری آسیب های ناشی از افزایش انواع مختلف اکسیژنهای فعال بکاهد (Smirnoff & Wheeler, 2000). در حضور اسید آسکوربیک، فعالیت چرخه گلوکوتایون - آسکوربات و در نتیجه جاروب کننده های H_2O_2 افزایش یافته و به دنبال آن افزایش فعالیت کاتالاز، با تنش اکسیداتیو مقابله می شود (Dixit et al., 2001). علاوه براینکه اسید آسکوربیک به عنوان سوبسترای آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سم زدایی آنزیم H_2O_2 نقش دارد، می تواند بطور مستقیم موجب بی اثر شدن سوپراکسید اکسیژن و نیز به عنوان آنتی اکسیدان ثانویه در چرخه های احیایی اشکال اکسید شده α - توکوفرول و آنتی اکسیدانهای چربی دوست دیگر نقش

تأثیر اوضاع اکولوژیکی بر گیاهان مختلف متفاوت است و همواره باید با تحقیقات مناسب و با استفاده از وسایل دقیق اقدام به شناسایی عوامل مذکور بر ماده مؤثره گیاهان دارویی نمود. از عوامل محیطی رویش گیاهان دارویی که تأثیر بسیار عمده ای بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها می گذارد عبارتند از: نور، درجه حرارت، آبیاری و ارتفاع محل (امید بیگی، ۱۳۷۴).

بین رژیم های آبیاری، اختلاف معنی داری از نظر درصد پوشش سبز به وجود دارد و میانگین کلیه صفات در شرایط آبیاری کامل به طور معنی داری بیشتر از آبیاری های محدود است. سرعت پر شدن، حداکثر وزن و عملکرد دانه در شرایط آبیاری در مرحله گلدهی به طور معنی داری بیشتر از شرایط آبیاری در مرحله شاخه دهی است، ولی از نظر سایر صفات بین رژیم های آبیاری، اختلاف معنی داری دیده نمی شود (محمدی و همکاران، ۱۳۸۵). کاهش آب در بافت های گیاهی سبب کاهش رشد، بسته شدن روزنه ها، کاهش فتوسنتز، تحت تأثیر قرار گرفتن تنفس، کاهش فضای بین سلولی، تخریب پروتئین ها، تخریب آنزیم ها، کاهش تشدید کننده های رشد و تجمع پرولین می شود (Bogges et al, 1976). گیاه از طریق مکانیسم های مختلف از جمله بستن روزنه ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعرق کننده، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگهداشتن فتوسنتز و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی می تواند در برابر خشکی مقاومت کند (صفایی و غدیری، ۱۳۷۴).

آویشن گیاهی معطر از خانواده نعناعیان بوده و به دلیل داشتن ترکیب تیمول و کارواکرول از گیاهان دارویی با ارزش و پرمصرف در صنایع دارویی و غذایی است (امیدبیگی، ۱۳۷۹). پراکنش حدود ۲۱۵ گونه آویشن در دنیا و ۱۴ گونه از آن در ایران گزارش شده است (جم زاد، ۱۳۸۴). این گیاه در بیشتر دارونامه های معتبر به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است. به صورت سنتی به عنوان ضد نفخ، هضم کننده غذا، ضد اسپاسم، ضد سرفه و خلط آور در درمان سرماخوردگی

اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای...

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر آسکوربات و جیبرلین بر برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای سیتوپلاسمی گیاه دارویی آویشن در سطوح مختلف تنش خشکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری و شهرستان پاکدشت اجرا گردید که در آن آبیاری در سه سطح (FC، $\frac{2}{3}$ FC و $\frac{1}{3}$ FC)، آسکوربات در دو سطح (۰ و ۱۰ میلی مولار) و جیبرلین در دو سطح (۰ و ۱۰ میلی مولار) در نظر گرفته شدند. پس از اعمال سه روز از تنش آسکوربات و جیبرلین براساس نقشه طرح به صورت اسپری به گلدانها داده شد و مجدداً پس از گذشت ۷ و ۱۲ و ۱۸ روز آسکوربات به گلدانهای در حال تنش اسپری گردید. گیاهان پس از گذشت ۱۰ هفته برای انجام آزمایشات نمونه برداری گردیدند. کاشت گلدانی آویشن با استفاده از خاک کشاورزی سنجش شده از نظر عناصر ضروری انجام پذیرفت که قبل از استفاده مواد لازم به آن افزوده و صلاح گردید، کف گلدان تا ارتفاع ۴ سانتی متر با شن درشت برای زه کشی مناسب و به میزان ۴ کیلوگرم از خاک مورد نظر پر گردید. میزان آبیاری همه گلدانها از زمان کاشت نشاها تا زمان اعمال تنش (هفته پنجم) آبیاری یک بار در روز و بر اساس ظرفیت زراعی (۸۵۷ گرم) صورت گرفت. در هفته پنجم که گیاهان به مرحله ۴ تا ۵ برگگی رسیدند، اعمال تنش بر اساس ظرفیت زراعی، $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ ظرفیت زراعی صورت پذیرفت. در زمان برداشت ۷ گیاه انتخاب، ریشه و قسمت‌های هوایی از هم جدا شده و در ابتدا طول گیاه، سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ (Leaf Area Meter)، وزن تازه برگ، ساقه و اندام‌های هوایی و سپس به دنبال مرحله اول و دوم ریشه شویی با استفاده از الک، طول، وزن تازه و خشک ریشه‌ها محاسبه گردید و پس از قرار دادن تمامی اجزای ذکر شده در آون ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک آنها محاسبه گردید. برای اندازه گیری محتوی نسبی آب برگ (RWC)، تعداد ۱۰ برگ توسعه یافته از ارتفاع یکسانی

دارد (Shalata & Neumann, 2001) و (Laspina et al., 2005). ترکیباتی که دارای خواص آنتی اکسیدان مانند آسکوربات (Miguel et al., 2006) و سالیسیلیک اسید (Avacini et al., 2003) هستند با افزایش توانایی آنتی اکسیدانی گیاه توانایی کم کردن خسارات تنش خشکی را دارند، مقداری از خسارات استرس خشکی در غشای سلول، سدی برای تولید رادیکالهای اکسیژن است. آسکوربات سبب افزایش وزن خشک و تر برگ در بامیه می‌شود (Baghizadeh et al., 2009).

گزارش شده است که آسکوربات تقسیم سلولی را افزایش داده و سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک و تر برگ در گیاه می‌شود (Miguel et al., 2006). با توجه به شواهد موجود آسکوربات نقش دوگانه در رشد سلول ایفا می‌کند. از یک طرف موجب تغییر چرخه سلولی و تحریک تقسیم سلول می‌شود، و از طرف دیگر، رشد طولی و گسترش سلولی را امکان پذیر می‌سازد (Horemans et al., 2000).

امروزه جیبرلین‌ها به عنوان یکی از مهم ترین تنظیم کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده‌اند که به طور طبیعی در گیاهان عالی وجود دارد (Hedden & Proebsting, 1999). در حال حاضر ۱۲۵ نوع جیبرلین مختلف در گیاهان عالی و یا قارچ‌های تولید کننده جیبرلین شناخته شده است (Rademacher, 2000) که تنها تعداد کمی از آنها دارای فعالیت زیستی می‌باشند (Richards et al, 2001). نتایج تحقیقات نشان داده است که فعالیت آنزیم سیتوپلاسمی ساکارز فسفات سنتتاز (SPS) که یک آنزیم کلیدی تنظیم کننده ساکاروز در برگ است، توسط کاربرد برگی GA_3 , GA_4 , GA_7 در سویا تحریک شده است. بافت‌های منبع، این توانایی را دارند که فراورده‌های حاصل از فتوسنتز را در بافت‌های آبکش انباشته کنند و آن را برای مسافت‌های طولانی تر نیز انتقال دهند و استعمال برگی GA_3 انباشته شدن مواد فتوسنتزی در آوندهای آبکش را تسریع می نماید (Betrand & Ernstsen, 2001).

گیاهان شده و در نتیجه رشد و بهره وری را کاهش می‌دهد. برای غلبه بر تنش، گیاه استراتژی‌های مختلف از هورمونهای را مورد استفاده قرار می‌دهد. استفاده از جیبرلیک اسید سبب بهبود ویژگی‌های رشد (ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک و تر) می‌شود (Siripornadulsid et al, 2002).

طول ساقه

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر طول ساقه بین سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد معنی‌دار مشاهده گردید (جدول-۱). بیشترین میزان آن با ۱۹/۳۷ سانتی متر در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین میزان آن با ۱۲/۹۹ سانتی متر در شرایط تنش آبی شدید حاصل گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات بر طول ساقه در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm آسکوربات بیشترین (۱۸/۲۰ سانتی متر) و عدم مصرف آن کمترین (۱۴/۰۳ سانتی متر) میزان این صفت را نشان داد (جدول ۴). اثر ساده مصرف جیبرلین بر طول ساقه نیز در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱)، در این شرایط کاربرد ۱۰ ppm جیبرلین بیشترین (۱۱/۸۷ سانتی متر) و عدم کاربرد آن کمترین (۱۱/۳۷ سانتی متر) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۳). اثرات متقابل دو و سه گانه عوامل آزمایشی بر صفت طول ساقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین سه گانه نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به حداکثر طول ساقه معادل ۲۵/۶۵ سانتی متر گردید (جدول ۶). اعتقاد بر این است که ارتفاع بوته به خودی خود اثر ویژه‌ای بر روابط آب در گیاه ندارد و تعیین ارتفاع مناسب برای شرایط تنش خشکی، با در نظر گرفتن سایر ملاحظات زراعی مورد توجه است. در بررسی حسن زاده و همکاران (۱۳۸۴) در مورد تأثیر تنش خشکی بر قطر ساقه کلزا، مشاهده کردند که تنش رطوبتی موجب کاهش قطر ساقه گیاهان می‌گردد. اسید آسکوربیک می‌تواند بر چرخه سلولی یا تقسیم

از گیاه انتخاب و وزن تر آنها اندازه‌گیری گردید. سپس به منظور تعیین وزن تورژسانس این قطعات به مدت ۲۴ ساعت در شدت نور کم در داخل آب مقطر قرار داده شد. پس از اندازه‌گیری وزن تورژسانس، برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد خشک شده و وزن خشک آنها محاسبه گردید و RWC از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$RWC = [(وزن خشک - وزن آماس) / (وزن خشک - وزن تر)] \times 100$$
 برای اندازه‌گیری پایداری غشای سیتوپلاسمی از هر تیمار ۷ برگ کاملاً رسیده (Fully mature) انتخاب و پس از توزین به مدت ۲۴ ساعت در ۱۰ میلی لیتر محلول مانیتول با پتانسیل ۲- و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. پس از این مدت میزان هدایت الکتریکی محلول به عنوان معیاری از پایداری غشای سیتوپلاسمی اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

طول ریشه

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر طول ریشه بین سطوح آبیاری، آسکوربات و جیبرلین تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول-۱). اثرات متقابل دو گانه خشکی و آسکوربات و سه گانه عوامل آزمایشی بر صفت طول ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین سه گانه نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به حداکثر طول ریشه معادل ۲۲/۰۵ سانتی متر گردید (جدول ۵). جیبرلین‌ها سبب افزایش رشد در گیاهان کامل می‌شوند. رشد طولی اندام‌های هوایی که به واسطه جیبرلین‌ها در گیاهان مختلف رخ می‌دهد، در نتیجه افزایش تقسیم سلولی، طولی شدن سلول‌ها و یا هر دو با هم می‌باشد، به واسطه GA_1 فعالیت آنزیم اینورتاز در گیاه نخود افزایش یافته که این امر موجب افزایش هگوزهای مورد نیاز برای رشد دیواره سلولی می‌شود و به این ترتیب موجب رشد طولی بخش هوایی می‌شود (Betrand & Ernstsen, 2001). تنش خشکی باعث تغییرات آناتومیکی و مورفولوژیکی در

اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای...

سلولی و طولی شدن سلولها تأثیر گذارد.

(De Pinto et al., 1999) و (Kato & Esaka, 1999).

همچنین براساس نظر Pastori et al (2003) یکی از نتایج حاصل از کمبود اسید آسکوربیک افزایش آبسزیک اسید می باشد، لذا کاربرد اسید آسکوربیک می تواند با جلوگیری از افزایش سطح اسید آبسزیک از اثرات بازدارندگی آن بر رشد ممانعت به عمل آورد. جیبرلینها سبب افزایش رشد در گیاهان کامل می شود. رشد طولی اندامهای هوایی که به واسطه جیبرلینها در گیاهان مختلف رخ می دهد، در نتیجه افزایش تقسیم سلولی، با طولی شدن سلولها و یا هر دو با هم می باشد، به واسطه GA_1 فعالیت آنزیم اینورناز در گیاه نخود افزایش می یابد که این امر موجب افزایش هگروزهای مورد نیاز برای رشد دیواره سلولی می شود و به این ترتیب موجب رشد طولی بخش هوایی می گردد. جیبرلینها با افزایش فعالیت گزیلوگلوکان اندونترانس گلیکوزیلات، قابلیت اتساع دیواره سلول را افزایش می دهند که نتیجه آن نرم شدن دیواره سلول است و به سلول اجازه کشیده شدن و طولی شدن تحت تأثیر فشار تورژسانس را می دهد (Betrand & Ernstsens, 2001).

وزن خشک ریشه

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر وزن خشک ریشه هر گیاه سطوح آبیاری تفاوت معنی داری در سطح یک درصد مشاهده گردید (جدول-۱). در این شرایط بیشترین میزان صفت با $0/83$ گرم در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین میزان آن با $0/42$ گرم در شرایط تنش آبی شدید حاصل گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات بر وزن خشک ریشه نیز در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد 10 ppm آسکوربات بیشترین ($1/62$ گرم) و عدم مصرف آن کمترین ($0/39$ گرم) صفت مذکور را نشان داد (جدول ۲). اثر ساده مصرف جیبرلین بر وزن خشک ریشه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد 10 ppm جیبرلین بیشترین ($1/38$ گرم) و عدم کاربرد

آن کمترین ($0/53$ گرم) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۲). اثرات متقابل دو و سه گانه عوامل آزمایشی بر وزن خشک ریشه معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین سه گانه نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی 10 ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به حداکثر وزن خشک ریشه معادل $1/04$ گرم گردید (جدول ۲). بر اثر استفاده از جیبرلینک اسید تا حدودی چوبی شدن را می توان دید. به طوری که دهانه آوندهای چوبی به صورت فشرده تر در کنار هم قرار گرفته اند و متاگزیم و پروتوگزیمها در هم فرورفته اند. بر اثر تیمار با جیبرلین گاهی بیرون دسته های آوندی، بافت اسکلرانشیمی به شکل قطعات هلالی قرار می گیرند، که به عنوان سرپوش آوندی نامیده می شود. در ریشه بر اثر استفاده از جیبرلین تعداد متاگزیمها بیشتر از پروتوگزیمها می شود، به علاوه به نظر می رسد قطر آنها نیز بیشتر می گردد. چون جیبرلینها تمایز را به سمت تشکیل آبکش می برند، بعد از تشکیل بافت آبکش تمایز بافت چوب نیز رخ می دهد. از طرفی همان طور که در هنگام حذف برگهای جوان، می توان اکسین را جایگزین کرد تا تمایز عناصر چوب اتفاق بیفتد، در هنگام حذف برگهای مسن، علاوه بر اکسین نیاز به اسید جیبرلینک نیز می باشد تا آوند چوبی تشکیل شود (لیندون، ۱۳۷۵).

وزن خشک اندام هوایی

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر وزن خشک اندام هوایی گیاه بین سطوح آبیاری تفاوت معنی داری در سطح یک درصد معنی دار مشاهده گردید (جدول-۱). در این شرایط متوسط بیشترین میزان آن با $1/61$ گرم در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین میزان آن با $1/01$ گرم در شرایط تنش آبی شدید حاصل گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات بر وزن خشک اندام هوایی هر گیاه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱)، به صورتی که کاربرد 10 ppm آسکوربات بیشترین ($1/59$ گرم) و عدم مصرف آن کمترین ($1/02$ گرم) وزن خشک اندام هوایی را نشان داد (جدول

۳/۳۱ در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین تعداد آن با ۱/۳۱ در شرایط تنش آبی شدید حاصل گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات نیز بر تعداد شاخه‌های جانبی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). به‌صورتی که کاربرد ۱۰ ppm آسکوربات بیشترین (۸/۹۶ عدد) و عدم مصرف آن کمترین (۴/۰۰ عدد) تعداد شاخه‌های جانبی را نشان داد (جدول ۲). اثر ساده مصرف جیبرلین بر تعداد شاخه‌های جانبی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). به‌صورتی که کاربرد ۱۰ ppm جیبرلین بیشترین (۸/۰۸ عدد) و عدم کاربرد آن کمترین (۴/۸۸ عدد) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۲). اثرات متقابل دو گانه عوامل آزمایشی بر صفت تعداد شاخه‌های جانبی معنی‌دار و اثرات متقابل ۳ گانه معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین دو گانه (جدول ۳) نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات (۱۶/۱۳ عدد)، آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm جیبرلین (۱۴/۵۰ عدد) (جدول ۴) و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین (۱۱/۲۵ عدد) منجر به حداکثر تعداد شاخه‌های جانبی گردید (جدول ۵). ترکیباتی که دارای خواص آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات (Miguel et al., 2006) و سالیسیلیک اسید (Avacini et al., 2003) هستند، با افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی گیاه توانایی کم کردن تنش خشکی را دارند، مقداری از خسارات استرس خشکی در غشای سلول سدی برای تولید رادیکالهای اکسیژن است. آسکوربات سبب افزایش وزن خشک و تر برگ می‌شود. (Baghizadeh et al., 2009)

وزن خشک برگ

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر وزن خشک برگ بین سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد معنی‌دار مشاهده گردید (جدول-۱). در این شرایط بیشترین میزان آن با ۰/۷۷ گرم در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین میزان آن با ۰/۴۹ گرم در شرایط تنش آبی شدید حاصل

۲). اثر ساده مصرف جیبرلین بر صفت مذکور در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). به‌صورتی که کاربرد ۱۰ ppm جیبرلین بیشترین (۱/۵۴ گرم) و عدم کاربرد آن کمترین (۱/۱۷ گرم) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۲). اثرات متقابل دو و سه گانه عوامل آزمایشی بر وزن خشک اندام هوایی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین دو گانه (جدول ۳) نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm جیبرلین (۲/۴۱ گرم)، آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات (۲/۲۷ گرم) (جدول ۴) و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین (۱/۹۳ گرم) منجر به دستیابی به حداکثر وزن خشک اندام هوایی هر گیاه گردیدند (جدول ۵). نتایج مقایسات میانگین سه گانه نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به بیشترین وزن خشک اندام هوایی معادل ۱/۹۶ گرم گردید (جدول ۶). ترکیباتی که دارای خواص آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات (Miguel et al., 2006) و سالیسیلیک اسید (Avacini et al., 2003) هستند، با افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی گیاه توانایی کم کردن خسارات تنش خشکی را دارند، مقداری از خسارات استرس خشکی در غشای سلول یک سدی برای تولید رادیکالهای اکسیژن است. آسکوربات سبب افزایش وزن خشک و تر برگ در بامیه می‌شود (Baghizadeh et al., 2009). در پاسخ به تنش‌های محیطی نیز با تنظیم میزان رشد، هدایت روزنه‌ای و غیره نقش دارند. هورمون‌های گیاهی مانند جیبرلین نیز در تنظیم میزان رشد اندام هوایی و گلدهی و بسیاری از فرایندهای مهم چرخه زندگی گیاهان عالی نقش دارند (Frisse et al., 2003).

تعداد شاخه‌های جانبی

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر تعداد شاخه‌های جانبی بین سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد معنی‌دار مشاهده گردید (جدول-۱). در این شرایط بیشترین تعداد آن با

اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای...

متر) و عدم کاربرد آن کمترین (۱۵/۱۶ سانتی متر) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۲). اثرات متقابل دو و سه گانه عوامل آزمایشی بر سطح برگ در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین سه گانه نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به حداکثر سطح برگ هر گیاه معادل ۵۰/۲۱ سانتی متر گردید (جدول ۶). (Coulomb & Paquin (1959) ثابت کردند که گوجه فرنگی که بصورت کامل یا بخشی از آن با GA محلول پاشی شده باشد، در ساعات متعدد افزایش در فتوسنتز و تعرق را نشان دادند. نتایج مشابهی توسط (1961) Hayashi نیز یافت شد، او ثابت کرد که کاربرد برگی GA_3 فعالیت فتوسنتز را در گیاه گوجه فرنگی به مدت یک هفته افزایش داد، اما او چنین نتیجه گرفت که افزایش در میزان فتوسنتز به علت افزایش فعالیت فتوسنتز نبود، بلکه به علت افزایش مساحت سطح برگ بوده است.

پایداری غشای سیتوپلاسمی

برای این منظور از میزان هدایت الکتریکی حاصل از نشت غشای سیتوپلاسمی برگ‌ها به عنوان معیار پایداری غشا استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان داد که از میزان نشت غشای سیتوپلاسمی بین سطوح آبیاری تفاوت معنی داری در سطح یک درصد معنی دار مشاهده گردید (جدول-۱). در این شرایط، بیشترین میزان آن با $486/16 \mu s/cm$ در شرایط تنش آبی شدید و کمترین میزان آن با $287/72 \mu s/cm$ در وضعیت آبیاری مطلوب حاصل گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات بر نشت غشای سیتوپلاسمی در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱)، به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm آسکوربات کمترین ($295/88 \mu s/cm$) و عدم مصرف آن بیشترین ($432/45 \mu s/cm$) نشت غشای سیتوپلاسمی را نشان داد (جدول ۲). اثر ساده مصرف جیبرلین بر میزان نشت غشای سیتوپلاسمی در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm جیبرلین کمترین ($298/36 \mu s/cm$) و عدم کاربرد آن بیشترین

گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات بر وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm آسکوربات بیشترین (۱/۱۰ گرم) و عدم مصرف آن کمترین (۰/۷۱ گرم) وزن خشک برگ را نشان داد (جدول ۲). اثر ساده مصرف جیبرلین بر وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱)، به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm جیبرلین بیشترین (۱/۰۹ گرم) و عدم کاربرد آن کمترین (۰/۶۸ گرم) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۲). بجز اثر متقابل دو و سه گانه آسکوربات و جیبرلین سایر اثرات متقابل دو و سه گانه بر وزن خشک برگ معنی دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین سه گانه نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به حداکثر وزن خشک برگ معادل ۱/۰۷ گرم گردید (جدول ۶). جیبرلین علاوه بر تحریک رشد، موجب افزایش توان فتوسنتز (Ashraf & Karin, 2002)، افزایش رشد طولی برگ (Maheswair, 1999) و بردباری در برابر تنش خشکی (Jeller et al., 2001) و (Maheswair 1999) می شود.

سطح برگ

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر سطح برگ هر گیاه بین سطوح آبیاری تفاوت معنی داری در سطح یک درصد معنی دار مشاهده گردید (جدول-۱). در این شرایط بیشترین میزان آن با $30/95$ سانتی متر مربع در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین میزان آن با $12/64$ سانتی متر در شرایط تنش آبی شدید حاصل گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات بر سطح برگ در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm آسکوربات بیشترین ($26/83$ سانتی متر مربع) و عدم مصرف آن کمترین ($13/03$ سانتی متر مربع) سطح برگ هر گیاه را نشان داد (جدول ۲). اثر ساده مصرف جیبرلین بر سطح برگ در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm جیبرلین بیشترین ($24/71$ سانتی

درصد) و عدم مصرف آن کمترین (۶۱/۱۸ درصد) محتوی نسبی آب برگ را نشان داد (جدول ۲). اثر ساده مصرف جیبرلین بر میزان محتوی نسبی آب برگ در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۰ ppm جیبرلین بیشترین (۶۸/۳۹ درصد) و عدم کاربرد آن کمترین (۵۷/۱۰ درصد) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین دو گانه (جدول ۳) نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm جیبرلین (۷۰/۱۳ درصد) (جدول ۴)، آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات (۶۴/۵۸ درصد) و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین (۸۷/۳۷ درصد) منجر به دستیابی به بیشترین درصد محتوی نسبی آب برگ گردید (جدول ۵). بجز اثر متقابل خشکی و آسکوربات سایر اثرات متقابل دو و سه گانه عوامل آزمایشی بر محتوی نسبی آب برگ معنی دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین سه گانه نشان داد که آبیاری مطلوب و محلول پاشی ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به حداکثر محتوی نسبی آب برگ معادل ۸۱/۳۶ درصد گردید (جدول ۶).

(۴۲۹/۹۷ $\mu\text{s/cm}$) میزان این صفت را ایجاد نمود (جدول ۲). بجز اثر متقابل جیبرلین و آسکوربات، سایر اثرات متقابل دو و سه گانه عوامل آزمایشی بر نشت غشای سیتوپلاسمی غیر معنی دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین دو گانه نشان داد که کاربرد ۱۰ ppm آسکوربات و جیبرلین منجر به دستیابی به کمترین میزان صفت مذکور (۲۷۲/۵۷ $\mu\text{s/cm}$) گردید (جدول ۶).

محتوی نسبی آب برگ (RWC)

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر محتوی نسبی آب برگ بین سطوح آبیاری تفاوت معنی داری در سطح یک درصد معنی دار مشاهده گردید (جدول-۱). در این شرایط، بیشترین میزان آن با ۷۳/۵۱ درصد در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین میزان آن با ۵۴/۱۵ درصد در شرایط تنش آبی شدید حاصل گردید (جدول-۲). اثر ساده مصرف آسکوربات بر محتوی نسبی آب برگ در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱)، در این شرایط کاربرد ۱۰ ppm آسکوربات بیشترین (۶۷/۸۷)

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر صفات مورد آزمون

Table 1- Analysis variance of drought stress, ascorbate and gibberlin on experimented traits

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	طول		وزن		تعداد		نشت غشاء		محتوی نسبی آب برگ RWC
		ریشه Root lenght	طول ساقه Stem lenght	خشک ریشه Root dry weight	خشک اندام هوایی Shoot dry weight	شاخه های جانبی Branch number	وزن خشک برگ Leaf dry weight	سطح برگ Leaf area	Memberan stability	
خشکی (Drought)	2	0.04**	162.67**	0.16**	0.11**	16.03**	0.08**	20.16**	0.19**	4.75**
جیبرلین (Gibberline)	1	0.005 ns	1082.00**	0.37**	0.11**	4.10**	0.05**	14.01**	0.30**	21.55**
آسکوربات (Ascorbate)	1	0.001 ns	210.001**	0.41**	0.06**	10.37**	0.10**	26.21**	0.24**	40.60**
خشکی × جیبرلین (D × G)	2	0.002 ns	7.77 *	0.026 *	0.012 *	0.26 *	0.003 *	0.14 *	0.003 ns	0.22 *
خشکی × آسکوربات (D × A)	2	0.006 *	5.26 *	0.25 *	0.006 *	0.57**	0.0006 *	0.26 *	0.004 ns	0.017 ns
جیبرلین × آسکوربات (A × G)	1	0.037 ns	4.08 *	0.062 **	0.001 *	0.51 *	0.001 ns	3.89 *	0.06**	0.73 **
(D × A × G)	2	0.012 *	1.97 *	0.0004 *	0.004 *	0.15 ns	0.002 *	3.89 *	0.002 ns	2.096 **
خشکی × جیبرلین × آسکوربات خطا (Error)	36	0.009	9.44	0.008	0.004	0.07	0.007	0.621	0.008	0.054
ضریب تغییرات (CV%)		8.16	9.06	6.86	14.15	11.73	8.62	8.74	3.50	3.74

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشند.

ns, * and **: Nonsignificant and significant at 5% and 1% level of probability respectively

اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای...

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر ساده تنش خشکی، اسکوربات و جیبرلین بر صفات مورد آزمون

Table 2-Mean comparison simple effect of drought stress, ascorbate and gibberlline on experimented traits

عامل Factor	طول ریشه Root lenght (cm)	طول ساقه Stem lenght(cm)	وزن خشک ریشه Root dry weight(g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight(g)	تعداد شاخه های جانبی Branch number	وزن خشک برگ Leaf dry weight(g)	سطح برگ Leaf area (cm ²)	نشت غشاء Cell leaching (μs/cm)	محتوی نسبی آب برگ RWC(%)
خشکی (Drought)									
FC	17.61 ^a	19.37 ^a	0.83 ^a	1.61 ^a	11.69 ^a	0.77 ^a	30.95 ^a	287.72 ^c	73.51 ^a
2/3FC	15.23 ^{ab}	15.99 ^b	0.53 ^b	1.14 ^b	5.88 ^b	0.73 ^b	16.20 ^b	353.68 ^b	67.75 ^b
1/3FC	13.88 ^b	12.99 ^c	0.42 ^c	1.01 ^b	1.88 ^c	0.49 ^c	12.64 ^c	486.14 ^a	54.15 ^c
جیبرلین (Gibberlline)									
0mM	16.02 ^a	11.37 ^b	0.53 ^b	1.17 ^b	4.88 ^b	0.68 ^b	15.16 ^b	429.97 ^a	57.10 ^b
10mM	14.96 ^a	11.87 ^a	1.38 ^a	1.54 ^a	8.08 ^a	1.09 ^a	24.71 ^a	298.36 ^b	68.39 ^a
آسکوربات (Ascorbate)									
0mM	15.62 ^a	14.03 ^b	0.39 ^b	1.02 ^b	4.00 ^b	0.71 ^b	13.03 ^b	432.45 ^a	61.18 ^b
10mM	15.37 ^a	18.20 ^a	1.62 ^a	1.59 ^a	8.96 ^a	1.10 ^a	26.83 ^a	295.88 ^b	67.87 ^a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncans Multiple Range Test in 5% level of probability

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه تنش خشکی و جیبرلین بر صفات مورد آزمون

Table 3- Mean comparison of double interaction effects drought stress and gibberlline on experimented traits

عامل (Factor) Drought × Gibberlline جیبرلین × خشکی	طول ریشه Root lenght (cm)	طول ساقه Stem lenght(cm)	وزن خشک ریشه Root dry weight(g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight(g)	تعداد شاخه های جانبی Branch number	وزن خشک برگ Leaf dry weight(g)	سطح برگ Leaf area (cm ²)	نشت غشاء Cell leaching (μs/cm)	محتوی نسبی آب برگ RWC(%)
FC+GA _(0mM)	15.13 ^a	14.61 ^c	0.53 ^c	1.13 ^b	8.88 ^b	0.58 ^b	25.11 ^b	357.72 ^{ab}	65.08 ^a
FC+GA _(10mM)	14.85 ^a	24.13 ^a	0.88 ^a	2.41 ^a	14.50 ^a	0.83 ^a	36.79 ^a	217.70 ^b	70.13 ^a
2/3FC+GA _(0mM)	14.06 ^a	11.94 ^d	0.49 ^c	1.04 ^{bc}	4.38 ^c	0.39 ^c	12.13 ^{cd}	406.27 ^a	53.34 ^b
2/3FC+GA _(10mM)	13.70 ^a	20.04 ^b	0.89 ^b	1.50 ^b	7.38 ^b	0.48 ^b	20.28 ^c	300.58 ^b	69.61 ^a
1/3FC+GA _(0mM)	18.88 ^a	7.55 ^c	0.23 ^d	0.93 ^c	1.31 ^d	0.21 ^d	8.23 ^d	598.12 ^a	46.84 ^c
1/3FC+GA _(10mM)	16.34 ^a	18.44 ^{bc}	0.63 ^{bc}	1.11 ^b	2.38 ^d	0.47 ^c	17.06 ^c	374.61 ^{ab}	62.65 ^a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncans Multiple Range Test in 5% level of probability

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه تنش خشکی و آسکوربات بر صفات مورد آزمون

Table 4- Mean comparison of double interaction effects drought stress and ascorbate on experimented traits

عامل	وزن		تعداد	وزن	نشست غشاء		محتوی نسبی آب برگ RWC(%)		
آسکوربات × خشکی Drought × Ascorbate	طول ریشه Root lenght (cm)	طول ساقه Stem lenght(cm)	خشک اندام هوائی Shoot dry weight(g)	شاخه های جانبی Branch number	خشک برگ Leaf dry weight(g)	سطح برگ Leaf area (cm ²)		نشست غشاء Cell leaching (μs/cm)	
FC+AS _(0mM)	16.69 ^{ab}	17.94 ^{ab}	0.65 ^b	1.08 ^{ab}	7.25 ^b	0.39 ^b	21.05 ^b	371.73 ^{cd}	60.61 ^c
FC+ AS _(10mM)	18/53 ^a	20.88 ^a	0.84 ^a	2.27 ^a	16.13 ^a	0.84 ^a	40.84 ^a	250.39 ^d	64.58 ^a
2/3FC+ AS _(0mM)	14.73 ^{ab}	13.53 ^c	0.51 ^{bc}	0.95 ^b	3.63 ^c	0.21 ^c	10.95 ^{cd}	381.58 ^b	51.23 ^d
2/3FC+ AS _(10mM)	15.25 ^{ab}	18.45 ^a	0.71 ^{ab}	1.12 ^{ab}	8.13 ^b	0.48 ^b	21.46 ^{bc}	290.03 ^{bcd}	58.75 ^b
1/3FC+ AS _(0mM)	13.44 ^b	10.61 ^d	0.48 ^c	0.54 ^c	1.13 ^c	0.18 ^d	7.10 ^d	599.83 ^a	42.32 ^c
1/3FC+ AS _(10mM)	14.33 ^{ab}	15.38 ^{bc}	0.67 ^b	0.96 ^{ab}	2.63 ^c	0.42 ^b	18.19 ^{cd}	372.91 ^{bc}	45.34 ^{bc}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.
Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncans Multiple Range Test in 5% level of probability

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه آسکوربات و جیبرلین بر صفات مورد آزمون

Table 5- Mean comparison of double interaction effects ascorbate and gibberlline on experimented traits

عامل	وزن		تعداد	وزن	نشست غشاء		محتوی نسبی آب برگ RWC(%)		
آسکوربات × جیبرلین Ascorbate × Gibberlline	طول ریشه Root lenght (cm)	طول ساقه Stem lenght(cm)	خشک اندام هوائی Shoot dry weight(g)	شاخه های جانبی Branch number	خشک برگ Leaf dry weight(g)	سطح برگ Leaf area (cm ²)		نشست غشاء Cell leaching (μs/cm)	
GA _(0mM) +AS _(0mM)	15.08 ^a	8.98 ^b	0.61 ^c	1.09 ^c	3.08 ^c	0.48 ^c	11.27 ^b	540.74 ^a	63.08 ^c
GA _(0mM) + AS _(10mM)	16.96 ^a	13.75 ^b	0.91 ^b	1.24 ^b	6.67 ^b	1.91 ^b	19.04 ^b	319.20 ^b	74.35 ^b
GA _(10mM) + AS _(0mM)	16.15 ^a	19.07 ^a	0.88 ^b	1.47 ^{ab}	4.92 ^{bc}	0.82 ^b	14.80 ^b	324.16 ^b	69.68 ^c
GA _(10mM) + AS _(10mM)	17.78 ^b	22.67 ^a	1.61 ^a	1.93 ^a	11.25 ^a	1.07 ^a	34.62 ^a	272.57 ^b	87.37 ^a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.
Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncans Multiple Range Test in 5% level of probability

اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای...

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه تنش خشکی، آسکوربات و جیبرلین بر صفات مورد آزمون

Table 6- Mean comparison of triple interaction effects drought stress, ascorbate and gibberline on experimented

تیمارها	طول ریشه Root lenght (cm)	طول ساقه Stem lenght(cm)	وزن خشک		تعداد شاخه های جانبی Branch number	وزن خشک برگ		نش غشاء Cell leaching (μ s/cm)	محتوی نسبی آب برگ RWC(%)
			خشک ریشه Root dry weight(g)	اندام هوایی Shoot dry weight(g)		خشک برگ Leaf dry weight(g)	سطح برگ Leaf area (cm ²)		
جیبرلین × آسکوربات × خشکی									
FC	15.75 ^{ab}	13.28 ^{def}	0.43 ^{cd}	1.18 ^{cd}	5.50 ^{de}	0.42 ^d	18.73 ^{cde}	441.33 ^d	69.27 ^f
FC+GA	22.00 ^a	15.95 ^{ef}	0.94 ^{ab}	1.68 ^{bc}	12.25 ^b	0.86 ^b	31.49 ^b	274.15 ^{fg}	72.32 ^d
FC+AS	17.63 ^{ab}	22.60 ^{ab}	0.89 ^{ab}	1.60 ^b	9.00 ^c	0.74 ^c	23.38 ^{bed}	232.54 ^f	71.08 ^f
FC+GA+AS	22.05 ^a	25.65 ^a	1.04 ^a	1.96 ^a	20.00 ^a	1.07 ^a	50.21 ^a	202.85 ^g	81.36 ^a
2/3FC	13.88 ^b	9.10 ^{fg}	0.27 ^d	0.82 ^d	2.50 ^{fg}	0.40 ^d	9.35 ^{fg}	492.97 ^b	58.54 ^g
2/3FC+GA	15.63 ^{ab}	14.78 ^{de}	0.42 ^{cd}	1.20 ^{cd}	6.25 ^d	0.78 ^c	14.92 ^{def}	319.58 ^d	69.31 ^{de}
2/3FC+AS	14.63 ^b	17.95 ^{bcd}	0.46 ^{cd}	1.19 ^{cd}	4.75 ^{de}	0.74 ^c	12.55 ^{efg}	325.89 ^d	67.47 ^f
2/3FC+GA+AS	16.83 ^{ab}	22.16 ^{ab}	0.98 ^{ab}	1.34 ^c	10.0 ^{bc}	0.98 ^{ab}	28.00 ^{bc}	275.26 ^f	75.68 ^b
1/3FC	13.25 ^b	4.58 ^g	0.12 ^e	0.64 ^e	1.25 ^h	0.24 ^e	5.73 ^g	787.34 ^a	43.29 ^h
1/3FC+GA	14.00 ^b	10.53 ^{ef}	0.35 ^{cd}	1.14 ^{cd}	1.50 ^{gh}	0.48 ^d	10.73 ^{fg}	408.90 ^c	52.32 ^{ef}
1/3FC+AS	13.40 ^b	16.65 ^{dc}	0.32 ^{cd}	1.09 ^{cd}	1.00 ^h	0.44 ^d	8.47 ^{fg}	412.31 ^c	56.82 ^f
1/3FC+GA+AS	14.88 ^b	20.23 ^{bc}	0.88 ^{ab}	1.16 ^{cd}	3.75 ^{ef}	0.79 ^c	25.65 ^{bcd}	336.91 ^d	64.16 ^c

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می باشد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncans Multiple Range Test in 5% level of probability

References

منابع

- امیدبگی، ر. ۱۳۷۶، رهیافته‌های تولید و فرآورده‌های گیاهان دارویی، انتشارات طراحان نشر، جلد ۲، فصل ۷، صفحه ۱۸۸.
- صفایی، ه و غدیری، ح. ۱۳۷۴، اثرات تنش رطوبتی خاک روی پاره‌ای از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی شش رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در گلخانه. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۶(۳): ۹-۱۸.
- لیندون، آر. اف. ۱۳۷۵، اساس یاخته‌ای. مجلد، ۱ و عبادی، م نمو گیاهی (ترجمه). انتشارات مروارید. صفحات ۱-۹۸.
- نقدی بادی، ح. ع. و مکی زاده تفتی، م. ۱۳۸۲، مروری بر گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.). مجله گیاهان دارویی. ۲(۷): ۱-۱۲.
- Ashraf, M. and Karim, F. 2002.** Interactive effects of gibberellic acid (GA_3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity in to spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. *Plant Growth regul.* 36: 49-59.
- Avancini, G. Abreu, I.N. Saldana, M.D.A. Mohamed, R.S. and Mazzafera, P. 2003.** Induction of pilocarpine. Formation in jaborandi leaves by salicylic acid and methyljasmonate. *Photochemistry*, 63:171-175.
- Baghizadeh, A. Ghorbanli, M. Rezaei, H.M. and Mozafri, H. 2009.** Evaluation of Interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and Biochemical parameters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Journal Biological sciences.* 4 (4):380-387
- Beltagi, M.S. 2008.** Exogenous ascorbic acid (Vitamin C) induced anabolic Changes for salt tolerance in chick pea (*Cicer arietinum* L.). *Plant African journal of plant Science*, Vol. 2(10): 118-123.
- Bertrand, A. M. and Ernstsens, A. 2001.** Endogenous gibberellins in *Lolium perenne* and influence of defoliation on their contents in elongating leaf bases and in leaf sheaths. *Physiologia Plantarum.* 111,123-231.
- Bogges, S. F. Stewarty, C. R. Aspinall, D.A. and Paleg, L.G. 1976.** Effect of water stress on proline synthesis from radioactive precursors. *Plant Physiol.* 58:398-401.
- Bertrand, A. M. and Ernstsens, A. 2001.** Endogenous gibberellins in *Lolium perenne* and influence of defoliation on their contents in elongating leaf bases and in leaf sheaths. *Physiologia Plantarum.* 111,123-231.
- Coulombe, L.J. and Paquin, R. 1959.** Effects de l'acide gibberelique sur le metabolisme des plants. *Canadian. J. Botany* 37:897-901.
- De Pinto, M.C. Francis, D. and De Gara, L. 1999.** The redox state of the ascorbate – dehydroascorbate pair as a specific sensor of cell deviation in tobacco BY-2 cells. *Protoplasma*, 209,90-97.
- Dixit, V. Pandey, V. and Shyam, R. 2001.** Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum*). *J. Experimental Botany* 52:1101-1109.
- Fechi – Christoffera, M. M. Maier, P. and Horst, W.J. 2003.** Apoplastic peroxidases and ascorbate are involved in manganese toxicity and tolerance of *Vigna anguiculata*. *Physiol plant.* 117:237-244.
- Frisse, A. Pimenta, M. J. and Lange, T. 2003.** Expression studies of gibberellins oxidases in developing pumpkin seeds. *Plant Physiol*, 131:1220-1227.

اثر تنش خشکی، محلول پاشی آسکوربات و جیبرلین بر روی برخی صفات مورفولوژیکی، محتوی نسبی آب برگ و پایداری غشای...

- Hayashi, T. 1961.** The effect of gibberellins treatment on the photosynthesis activity of plants. Sixth International conf. plant Growth Regulation. 579-587.
- Hedden , P. Proebsting ,W.M. 1999.** Genetic analysis of gibberellins Biosynthesis. *Plant Physiol* 119:365-370.
- Horemans , N.Foyer , C.H. Potters , G. and Asard , H. 2000.** Ascorbate function and associated transport system in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 38:531-540.
- Jeller , H. Gualtierres , A.P, Sonia , C. J. 2001.** Effect of water and salt stress and gibberellins action in *Senna spectabilis* seeds. *Ciencia Florestal*, 11:93-104.
- Kato, N. and Esaka, M. 1999.** Changes in ascorbate oxidase gene expression and ascorbate levels in cell division and cell elongation in tobacco cells. *Physiol plant*, 105:321-329.
- Laspina, N.V. Groppa, M.D. Tomaro, M.L. and Benavides, M. P. 2005.** Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress-plant. *Sci*, 169:323-330.
- Maheswair, M. 1999.** Effects of GA , ABA , water stress on elongation and XET activity in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Indian J. EXP. Biol.* 37:1001-1004.
- Miguel, A. Rosales, Z. Juan,M. Ruiz, A. Hernandez, J. Soriano, T. Castilla,N. and Romero,L. 2006.** Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. *J.Sci. food Agric.* 86: 1545-1551.
- Pastori , G. M. Kiddle , G. Antoniw , J. Bernard , S. Veljovic Joranavic , S. Verrier , P.J. Noctor ,G. and Foyer , C.H. 2003.** Leaf vitamin C contents modulate plant defense transcripts and regulate genes that control development through hormone signaling. *Plant cell.* 15:939-951.
- Rademacher, W. 2000.** Growth retardants: Effects on gibberellins biosynthesis and other metabolic pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol Mol. Biol.* 51:501-531.
- Richards, D.E. King, K.E. Ait – ali, T. 2001.** How gibberellins regulates plant growth and development: A Molecular genetic analysis of gibberellins signaling. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 52:67-88.
- Shalata,A. and Neumann , P.M. 2001.** Exogenous ascorbic acid (Vitamin C) increase resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. *J. Experim. Bot.* 52:2207-2228.
- Siripornadulsil, S. Traina, S. Verma, D.P.S. Sayre, R.T. 2002.** Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. *Plant Cell.* 14:2837–2847.
- Smiroff, N. 1993.** The role of active oxygen in the response of plant to water deficit and desiccation. *New Phytol.* 125:27-58.
- Smiroff, N. and Wheeler, G.L. 2000.** Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. *CRC crit.Rev. plant Sci*, 19: 267-290.