دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و نهم، ۱۳۹۸

بررسی اثر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک مرتبط با روابط آبی بادام‌زمینی در شرایط دیم

مارال مرادی توچایی[۱]، سعیدسیف زاده[۲]، حمیدرضا ذاکرین[۲]، سید علیرضا ولد آبادی[۲]

دریافت: ۹۶/۵/۱۳ پذیرش: ۹۶/۸/۷

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر رشد و عملکرد بادام‌زمینی (رقم NC2) در سال زراعی ۱۳۹٤، در دو منطقه آستانه اشرفیه و کیاشهر، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای مورد بررسی دراین آزمایش شامل محلول‌پاشی متانول در ٤ سطح شامل صفر (شاهد)، ۷، ١٤ و ۲۱ درصد حجمی و محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک در ٤ سطح شامل صفر (شاهد)، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر بودند. محلول‌پاشی دو بار طی فصل رشد گیاه و با فاصله‌ی زمانی ۱۵ روزه و شروع محلول‌پاشی در مرحله کدبندی ۷۲ انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق شامل: عملکرد غلاف، عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، عملکرد پروتئین، عملکرد روغن، کارایی مصرف آب غلاف، کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل اسمزی برگ بود. نتایج نشان داد که اثر ساده محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک تأثیر مثبت و معنی‌داری بر روی صفات اندازه‌گیری شده داشت. بالاترین میزان در پارمترهای اندازه‌گیری شده در دو تیمار محلول‌پاشی متانول (١٤ و ۲۱ درصد حجمی) و دو تیمار اسیدآسکوربیک (۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد. درصد افزایش میزان عملکرد غلاف در تیمارهای مصرفی ١٤ و ۲۱ درصد حجمی متانول در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد متانول) به‌ترتیب ۲۰/۱۵ و ۲٤/٦۵ درصد بود. مصرف اسیدآسکوربیک با مقادیر ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب موجب افزایش ۱۷/۳٦ و ۲۰/٦۷ درصدی عملکرد غلاف نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک) شد.

واژه‌های کلیدی: برگ‌پاشی، پتانسیل اسمزی برگ، کارایی مصرف آب، کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ

مرادی توچایی، م.، س. سیف زاده، ح.ر. ذاکرین و س.ع. ولدآبادی. ۱۳۹۸. بررسی اثر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک مرتبط با روابط آبی بادام‌زمینی در شرایط دیم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۹: ۲٤۲-۲۲۹.

۱- گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران- مسئول مکاتبات. m.a4444@yahoo.com
۲- گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

مقدمه

بادام‌زمینی (*Arachis hypogea*) به‌دلیل کیفیت بالای روغن (۵۰-۴۵ درصد)، کربوهیدرات (۱۵-۱۲ درصد)، پروتئین دانه (۳۰-۲۵ درصد) از جمله گیاهان روغنی ارزشمند است که در ۱۰۹ کشور جهان کشت می‌شود (تسیگبی و همکاران، ۲۰۱٤). کشورهای عمده تولید کننده بادام زمینی در جهان شامل هند، چین، نیجریه، سنگال، سودان، برمه و آمریکا می شود. این کشورها از مجموع مساحت کل ۱۸/۹ میلیون هکتاری و تولید کل ۱۷/۸ میلیون تنی بادام زمینی در جهان، حدود ٦۹ درصد سطح زیر کشت و ۷۰ درصد تولید را از آن خود کرده اند (مادهوسودانا، ۲۰۱۳). از آنجا که این گیاه به‌طور عمده به‌صورت دیم کشت می‌شود، خشکی به‌عنوان محدود کننده‌ترین عامل برای عملکرد پایین این گیاه در بسیاری از نقاط جهان می‌باشد (سونگسری و همکاران، ۲۰۰۸).

اسیدآسکوربیک یک مولکول کوچک قابل حل در آب است و مجموعه ای از نقش ها در گیاهان مانند: نقش آنتی اکسیدانتی، تقسیم و بزرگ شدن سلول، گسترش دیواره سلولی، کوفاکتور آنزیم های کلیدی، کوفاکتوری برای بیوسنتز فیتو هورمون های گوناگون (اتیلن، جیبرلین ها و اسید آبسیزیک) و ... را انجام می-دهد (سمیرنوف، ۲۰۱۱؛ ژانگ، ۲۰۱۳؛ پاستوری و همکاران، ۲۰۰۳). اسیدآسکوربیک در تمام بافت‌های گیاهی وجود دارد، معمولاً در سلول‌های فتوسنتزی و مریستم‌ها و برخی میوه‌ها میزان آن بالاتر است. غلظت آن در برگ‌های بالغ با کلروپلاست-های کاملاً توسعه یافته، بالاترین میزان را دارد. اسیدآسکوربیک اغلب در برگ‌ها و کلروپلاست تحت شرایط فیزیولوژیکی نرمال به فرم احیاء شده در دسترس قرار دارد (ژانگ، ۲۰۱۳).

در گیاهان سه کربنه ماده خشک تولید شده در واحد سطح بوسیله مقدار فتوسنتز ناخالص، تنفس نوری و تنفس تاریکی تعیین می شود. چنانچه گیاهان زراعی سه کربنه در شرایطی قرار گیرند که از وقوع تنفس نوری در آن‌ها ممانعت به عمل آید و یا این که از مقدار آن کم شود، رشد این گیاهان بیش از ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت (کافی و همکاران، ۱۳۸۹). راه‌هایی که باعث افزایش تثبیت دی‌اکسیدکربن در گیاهان زراعی می‌شوند، می‌توانند به‌عنوان راه‌کارهایی مناسب جهت افزایش عملکرد آنها مورد توجه قرار گیرند (دوین و همکاران، ۲۰۰٤). یکی از راه‌کارهای افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاهان استفاده از ترکیب متانول است که این امر منجر به افزایش فتوسنتز خالص در واحد سطح و بالارفتن تولید ماده‌ی خشک در گیاهان زراعی سه کربنه می‌شود (بای و همکاران، ۲۰۱٤؛ رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ زبیک و همکاران، ۲۰۰۳).

داوود و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که اثر محلول‌پاشی متانول در غلظت ۱۰ تا ۲۵ درصد حجمی بر روی صفات تعداد دانه، تعداد غلاف، تعداد برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، اسید-های چرب، میزان کربوهیدرات‌های محلول در برگ، پروتئین، روغن و عملکرد سویا معنی‌دار می‌باشد. عبدالقادوس (۲۰۱٤) نشان داد که بیشترین میزان وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته، محتوای قندهای محلول، محتوای نسبی آب برگ، پروتیین، و عملکرد سویا با محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک با غلظت ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) حاصل شد. نتایج آذرپور (۱۳۹۵)، بر روی بادام زمینی نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد، اجزای عملکرد، کیفیت دانه، رنگیزه‌های فتوسنتزی، پارامترهای فیزیولوژیکی، اسمولیت‌ها و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت دارد. بررسی بابایی و همکاران (۲۰۱٤) مشخص کرد که محلول-پاشی متانول و اسیدآسکوربیک تاثیر مثبت و معنی داری بر روی شاخص های فیزیولوژی رشد، درصد مغزدهی و تعداد غلاف در گیاه بادام‌زمینی دارد. در نتایج قنبری تیلمی و همکاران (۱۳۹۵) مشاهده شد که اثر محلول پاشی آسکوربیک اسید و متانول بر وزن خشک بوته، تعداد غلاف در متر مربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه سویا معنی دار بود. هدف از این پژوهش، بررسی اثر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک مرتبط با روابط آبی بادامزمینی در شرایط کشت دیم بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر عملکرد و اجزای عملکرد بادام‌زمینی (رقم NC2) در سال زراعی ۱۳۹٤، در دو مکان از شمال کشور (آستانه اشرفیه و کیاشهر)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. این آزمایش در شرایط کشت دیم اجرا گردید. محل اجرای آزمایش دارای طول جغرافیایی ٤۹ درجه و ٥٦ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی بود. آستانه اشرفیه در ۳۵ کیلومتری رشت واقع است. کیاشهر در فاصله ۱۷ کیلومتری آستانه اشرفیه و تقریباً ۵۰ کیلومتری رشت قرار دارد. هر کرت شامل ۱۱ خط کاشت به طول ٤ متر بود و روی هر خط کاشت نیز ۱۱ بوته

وجود داشت. آرایش کاشت بـه کـاربرده شـده آرایـش مربـع بـا فاصله کاشت ٤٠ × ٤٠ سانتیمتر بود. مساحت هر کرت آزمایشی ١٦ مترمربع (٤ × ٤ متر) در نظر گرفته شد. کاشت بادام‌زمینی به‌صورت ردیفی و در تاریخ ۷ اردیبهشت ماه سال ١٣٩٤ صـورت گرفت. تیمارهای مورد بررسی دراین آزمایش شامل محلول‌پاشی متانول در ٤ سطح (صفر (شاهد)، ۷، ١٤ و ٢١ درصد حجمی) و محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک در ٤ سـطح (صـفر (شـاهد)، ٢٥٠، ٥٠٠ و ٧٥٠ میلی‌گـرم در لیتـر) بودنـد. مبنـای انتخـاب سـطوح تیمارهای محلول باشی متانول و اسیدآسـکوربیک بـر روی گیـاه بادام‌زمینی، گزارشات محققین مختلف بود (آذرپور، ١٣٩٥؛ بابایی و همکـاران، ٢٠١٤؛ حسـین‌زاده گشـتی و همکـاران، ٢٠١٥؛ عبـدالقادوس، ٢٠١٤). کاشـت و برداشـت بـادام‌زمینـی در ایـن آزمایش به‌صورت دستی صورت گرفت.

با توجه به نتایج تجزیه شـیمیایی خـاک (جـدول ۱) مقـدار نیتروژن مورد نیاز گیاه (به‌عنوان کود پایه) از منبع اوره و به مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار، فسـفر مـورد نیـاز از منبـع سوپرفسـفات تریپل و به مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و پتاسیم مـورد نیـاز از منبع سولفات پتاسیم و به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار، در زمـان کاشت و در یک مرحله در بین ردیـف‌هـای کاشـت بـه‌صـورت نواری و در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک قرار داده شدند.

محلول‌پاشی دو بار طی فصل رشد گیاه و با فاصله‌ی زمـانی ۱۵ روزه و شروع محلول‌پاشی در مرحله کدبندی ۷۲ انجام شـد. به کرت‌های مربوط به تیمار محلول‌پاشی متانول، ۱ گرم در لیتـر تتراهیدروفولیت اضافه شدند. کرت‌های مربوط به تیمار شاهد نیز با آب اسپری شدند. متانول (خلوص ۹۹ درصد) مورد استفاده در ایـن پـژوهش سـاخت ایـران (شـرکت دکتـر مجللـی) و اسیدآسـکوربیک (خلـوص ۹۹ درصـد) مـورد اسـتفاده سـاخت شرکت مرک آلمان بود. محلول‌پاشی بر روی بوته‌ها زمانی آغـاز شد که غلاف‌های بادام‌زمینی در زیر خاک شروع به رشد نمودند. جهت تعیین زمان دقیق شروع رشد غلاف‌ها، از بوته‌های مختلف در مزرعه طی دوره رشد نمونه‌برداری صورت گرفت و زمانی‌که قطر ۵۰ درصد از پگ‌های وارد شده بـه خـاک، بـه انـدازه‌ی سـه برابر قطـر اولیـه‌ی پـگ شـد، اولـین محلـول‌پاشـی انجـام شـد. محلول‌پاشی دوم در ۱۵ روز بعد از محلوپاشی اول، در زمانی‌کـه فرورفتگی در قسمت دو طرف غلاف بـادام‌زمینـی قابـل مشـاهد باشد، صورت گرفت. مبنای انتخاب زمان محلول باشی متانول و اسیدآسکوربیک بر روی گیاه بادام‌زمینی (مرحله کدبنـدی ۷۳ بـر مبنای مقیاس رشد)، بر اساس گزارشات محققـین مختلـف بـود (آذرپور، ١٣٩٥؛ بابایی و همکاران، ٢٠١٤؛ حسـین‌زاده گشـتی و همکاران، ۲۰۱۵). محلول‌پاشی اول در ۷ مـرداد سـال ١٣٩٤ (۹۳ روز پس از کاشت) صـورت گرفـت. محلـول‌پاشـی دوم در ۲۲ مرداد سال ١٣٩٤ (١٠٨ روز پس از کاشت) صورت گرفت. برای انجام محلول‌پاشی از سمپاش پشتی تلمبه‌ای اسـتفاده شـد. نـازل سمپاش در ارتفاع ٤٠ سانتی‌متری بالای بوته‌ها قرار داده شد و با فشار یکسان روی بوته‌های بادام‌زمینی اسپری انجـام شـد. زمـان محلول‌پاشی در روزهـای تعیـین شـده، سـاعت ٢٠-١٧ در نظـر گرفته شد. تعیین عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیسـت توده بادام‌زمینی بر اساس دستورالعمل اندازه‌گیری و ثبت صـفات بادام‌زمینی که توسط مؤسسه بین‌المللی تحقیقات زراعـی منـاطق نیمه‌خشک گرمسیری[1] تنظـیم شـده اسـت، انجـام شـد. کـارایی مصرف آب از تقسیم عملکرد غلاف بـادام‌زمینـی بـر میـزان آب مصرفی به دست آمد (تورنر، ١٩٨٧). میزان آب مصرفی در طول دوره رشد گیاه از طریق میزان بارندگی و مقدار آب مصرفی برای محلول‌پاشی، محاسبه شد. میزان بارندگی در طول فصـل زراعـی به طور روزانه از ایستگاه سینوپتیک شهرسـتان آسـتانه اشـرفیه و کیاشهر دریافت گردید. برای اندازه‌گیری تعیـین میـزان محتـوای نسبی آب برگ در هفت روز پس از محلـول‌پاشـی دوم، سـومین برگ بالغ از نوک ساقه اصلی قبل از طلوع آفتاب جدا شـد و بـه آزمایشگاه انتقال داده شد. با در اختیار داشتن وزن تر، وزن آماس کرده و وزن خشک، محتوای نسبی آب برگ محاسبه شد (کرامـر و بویر، ١٩٩٥). جهت تعیین پتانسیل اسمزی برگ‌های بادام‌زمینی از روش جاناردان و کریشنامورتی (١٩٧٥) و بر اسـاس هـدایت الکتریکی عصاره برگ استفاده گردید. نمونـه‌بـرداری بـرگ‌هـای بادام‌زمینـی بـرای پتانسـیل اسـمزی بـرگ در وسـط روز و بـین ساعات ١٣-١٢ انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیـری میـزان کلروفیـل برگ بادام‌زمینی از دستگاه کلروفیل‌متر (مدل Minolta، سـاخت ژاپن) استفاده شد. عدد کلروفیل‌متر در ساعت‌های بین ١١ تـا ١٣ در هفت روز پس از هر بار محلول‌پاشی مزرعه، قرائـت گردیـد. برای هر تیمار میانگین ۳۰ بار قرائت دستگاه کلروفیل‌متر به‌عنوان میزان کلروفیل برگ ثبت شد. برای تعیین مقدار پروتئین دانه ابتدا مقدار نیتروژن دانه با استفاده از دستگاه اتوماتیک کجلدال تعیـین گردید و سپس از حاصـل ضـرب ایـن مقـدار در ضـریب ٥/٤٦ مقدار پروتئین دانه به دست آمد. پس از تعیـین درصـد پـروتئین دانه از حاصل ضرب آن در عملکرد دانه، عملکرد پروتئیین دانـه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسـبه شـد (ژانـگ و همکـاران، ٢٠١١). مقدار روغن دانه‌ها نیـز بـا اسـتفاده از روش جداسـازی

1- International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics

روغن توسط حلال و با استفاده از استون مرک و توسط دستگاه سوکسله محاسبه شد و سپس از حاصل ضرب آن در عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۱).

با استفاده از برنامه آماری SAS نسخه‌ی ۹/۲، تجزیه واریانس مرکب داده‌های به‌دست آمده مطابق با مدل طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه‌ی فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش

ردیف	پارامتر	آستانه اشرفیه	کیاشهر
۱	درصد رس	۳۱/٤	١٦
۲	درصد سیلت	۱۹/۲	٦٨
۳	درصد شن	٤۹/٤	١٦
٤	بافت	لوم رسی شنی	لومی سیلتی
٥	اسیدیته‌ی گل اشباع	٦/٨	۷/۱
٦	نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۷٥	۰/۰٦۷
۷	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	۳/۱۹	۳/۱۰
۸	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)	۱۲۲	١٤٠

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد بادام‌زمینی تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد غلاف	عملکرد دانه	عملکرد زیست توده	عملکرد پروتئین دانه	عملکرد روغن دانه
مکان (L)	۱	۷٥۱۱۸۸/۱۷ ns	۲۷۳۹۲۰/٦٦۷ ns	۳٥۹۳٦۸۲/۰٤ ns	٤/٥۷۱۹ *	٥۹۳۸٦/٥۷٥۹ ns
مکان × (بلوک)	٤	۱٥۲۰۱۱/۹۸	۳۱٥۲۲۷/۱۱٥	۷٤۷٦۹٦/۹٥	۲۹/۸۰۳٦	۲٤۰۹۱۷/٥۱٥۱
متانول (M)	۳	٤٦۸۷۷٦۳/٥۸ **	۲۳۰٤۲۸۹/۰٦۹ **	۲۱٤۰۳٦۲٥/٦٤ **	٥٦/۰۱٥۸ **	۳۲٦۰۱۰/۳۰۰۲ **
L×M	۳	۱٦٦۰۳۲/۳٦ ns	٦۳۷۹٦/۹۱۷ ns	٥۸۳٤۸۲/۳٥ ns	۰/۷۱۹۰ ns	٦۷۱۹/۳۳٥۱ ns
اسیدآسکوربیک (C)	۳	۳۱٦۸٤۰۸/۰٦ **	۱٦۰۱٥٤٤/۲۹۲ **	۱۲٥۲۸٦۲٥/۱۹ **	۲۹/۰٦۷۷ **	۱۹۱۳۹٥/۸۲٤۷ **
L×C	۳	۲۰٤۹٤/۳۹ ns	۹٥۷۲/۳۰٦ ns	٥۰۷۷۸/۲٤ ns	۳/٦٤٥٥ ns	٤۲۰۰/۳۹٤۳ ns
M×C	۹	۲۹۷۸۱۷/۹۲ ns	۸٦٦۹۸/٥۷۹ ns	۱۰٥٥٤۲۲/۱۹ ns	۰/۰٦۰۳ ns	۱٥۲٤٥/۲۸۳۱ ns
L×M×C	۹	٥۳۷۰۳/٤۰ ns	۱۱۸٥٦/۸۸۹ ns	۹٤۰۰٥/٦۲ ns	۰/۰٦٥٤ ns	۲۲٥٤/٦۱٤۰ ns
خطا	٦۰	۲۱۳۱٤۸/٥۸	۹۱۰۹۰/٥۳	۹۲٥٥٦۹/۹	۱/٤٦۷۷	۲۱۰۸۹/۱۸۹
ضریب تغییرات		٪۱۰/٦٦	٪۱۱/۸۸	٪۱۰/۹۲	٪٤/۳۲	٪۱۳/۸۰

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ٥٪ و ۱٪

نتایج و بحث

عملکرد کمی

ارزیابی نتایج این بررسی نشان داد که اثر تیمارهای متانول و اسیدآسکوربیک بر عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده بادام‌زمینی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر مکان آزمایش و اثر متقابل تیمارها بر عملکرد بادام‌زمینی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

ارزیابی کاربرد مقادیر مختلف متانول (جدول ٤) حاکی از آن است که با کاهش مصرف مقدار متانول؛ عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده بادام‌زمینی کاهش یافت و کمترین مقدار این صفات در یک سطح آماری متعلق به تیمارهای سطوح پایین‌تر مصرفی متانول (شاهد و متانول ۷ درصد حجمی) بود. تیمارهای مصرفی متانول ١٤ و ۲۱ درصد حجمی در یک گروه آماری دارای بیشترین مقدار عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده بود و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد

(عدم کاربرد متانول) و متانول ۷ درصد حجمی داشتند (جدول ٤).

درصد افزایش میزان عملکرد غلاف با مصرف غلظت‌های ١٤ و ٢١ درصد حجمی متانول در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب ٢٠/١٥ و ٢٤/٦٥ درصد بود. مصرف متانول با غلظت‌های ١٤ و ٢١ درصد حجمی به‌ترتیب موجب افزایش ٢٣/٧٠ و ٣٠/٦٤ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد متانول) شدند. محلول‌پاشی متانول در تیمارهای ١٤ و ٢١ درصد حجمی به‌ترتیب موجب ٢١/٣٦ و ٢٥/٨٧ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد متانول) از لحاظ عملکرد زیست توده شده است. اثر مثبت مصرف متانول بر عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده گیاهان مختلف صحت نتایج این بررسی را مورد اثبات قرار می‌دهد (آذرپور، ١٣٩٥؛ طاهرآبادی و همکاران، ١٣٩١؛ سوقانی و همکاران، ٢٠١٤؛ داوود، ٢٠١٣؛ دباغ رضایی و همکاران، ٢٠١٥).

بررسی مقایسه میانگین کاربرد مقادیر مختلف اسیدآسکوربیک (جدول ٤) مشخص کرد که تیمارهای مصرفی ٥٠٠ و ٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک در یک سطح آماری بیشترین عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده بادام‌زمینی را به خود اختصاص دادند که اختلاف معنی‌داری با عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده بادام‌زمینی در تیمار مصرفی ٢٥٠ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک و سطح شاهد داشتند. با کاهش مصرف مقدار اسیدآسکوربیک از مقدار ٢٥٠ میلی‌گرم در لیتر؛ عملکرد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده بادام‌زمینی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین مقدار این صفات متعلق به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک) بود (جدول ٤). درصد افزایش میزان عملکرد غلاف در تیمارهای مصرفی ٥٠٠ و ٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب ١٧/٣٦ و ٢٠/٦٧ درصد بود. محلول‌پاشی بادام‌زمینی با تیمارهای ٥٠٠ و ٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به‌ترتیب موجب افزایش ٢٢/٢٨ و ٢٥/٤١ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک) گردید. کاربرد تیمارهای ٥٠٠ و ٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به‌ترتیب موجب ١٦/٨٧ و ٢٠/٠٨ درصد افزایش عملکرد زیست توده بادام‌زمینی نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک) شده است. در تحقیقاتی که بر روی گیاهان مختلف اجرا شد همانند نتایج این آزمایش با کاربرد محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک، عملکرد غلاف گیاهان افزایش یافت (آذرپور، ١٣٩٥؛ باراکات، ٢٠١٥؛ حلمی، ٢٠١٤؛ قیث، ٢٠١٣؛ عبدالقدوس، ٢٠١٤؛ عثمان و همکاران، ٢٠١٤).

با توجه به این که از دلایل افزایش عملکرد بادام‌زمینی، افزایش تعداد پگ‌های نفوذ کرده در خاک و نیز رشد این پگ‌ها در زیر خاک می‌باشد (دالوز و همکاران، ٢٠١١؛ ناراسیمهلو و همکاران، ٢٠١٢)، به‌نظر می‌رسد کاربرد سطوح بالاتر متانول و اسیدآسکوربیک از طریق افزایش کلروفیل برگ، افزایش محتوای نسبی آب برگ، تنظیم اسمزی و همچنین افزایش اجزای عملکرد بادام‌زمینی بر تعداد پگ‌های بادام‌زمینی که به غلاف تبدیل می‌شوند اثر مثبت دارد و به این ترتیب موجب افزایش عملکرد بادام‌زمینی در شرایط کشت دیم می‌شود.

عملکرد کیفی

با مشاهده جدول ٢ می‌توان بیان کرد که تأثیر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر مقدار عملکرد کیفی (پروتئین و روغن) بادام‌زمینی بسیار معنی‌دار بود. اثر مکان مورد بررسی در سطح پنج درصد بر عملکرد پروتئین دانه بادام‌زمنی معنی دار بود ولی بر عملکرد روغن دانه بادام‌زمینی بی‌معنی بود. برهمکنش کلیه تیمارها بر عملکرد پروتئین و روغن دانه بادام‌زمینی تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ٢). بر اساس مقایسه میانگین داده‌های عملکرد پروتئین دانه بادام‌زمینی متعلق به دو مکان آزمایش مشخص شد که مقداراین صفت در شهرستان آستانه اشرفیه نسبت به کیاشهر برتری معنی‌داری دارد (جدول ٤).

ارزیابی سطوح مختلف کاربرد متانول از نظر صفت عملکرد پروتئین و روغن دانه بادام‌زمینی نشان داد محلول‌پاشی با غلظت‌های ١٤ و ٢١ درصد حجمی متانول منجر برتری معنی‌دار نسبت به سطوح محلول‌پاشی ٧ درصد حجمی متانول و شاهد (عدم کاربرد متانول) شد. پایین‌ترین عملکرد پروتئین و روغن دانه بادام‌زمینی مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد متانول) بود (جدول ٤).

بررسی مقادیر مختلف محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک (جدول ٤) نشان داد که با افزایش مقدار اسیدآسکوربیک از سطح شاهد به سطح ٢٥٠ میلی‌گرم در لیتر مقدار عملکرد پروتئین و روغن دانه بادام‌زمینی به طور معنی‌داری افزایش یافت. مقادیر بالاتر اسیدآسکوربیک (٥٠٠ و ٧٥٠ میلی‌گرم در لیتر) منجر به بالاترین مقدار عملکرد پروتئین و روغن دانه بادام‌زمینی شد و در مقایسه با مقادیر پایین‌تر اسیدآسکوربیک (صفر و ٢٥٠ میلی‌گرم در لیتر) در گروه بالاتر آماری قرار گرفت. با توجه به اینکه در دوره‌ی رشد غلاف‌های بادام‌زمینی در زیر خاک ابتدا داخل

غلاف‌ها با نشاسته پر می‌شود و در مرحله‌ی بعد ساخت پروتئین و سپس سنتز روغن صورت می‌پذیرد، در نتیجه می‌توان بیان داشت که محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک احتمالاً بر سنتز پروتئین نسبت به سنتز روغن در دانه‌های بادام‌زمینی اثر بیشتری گذاشته است. به نظر می‌رسد افزایش درصد پروتئین دانه توسط کاربرد متانول و اسیدآسکوربیک از طریق افزایش غلظت نیتروژن دانه صورت گرفته است (آذرپور، ۱۳۹۵). در گزارش آذرپور (۱۳۹۵) بر روی گیاه بادام‌زمینی نیز مشابه با نتایج این بررسی مشاهده شد که مقدار عملکرد پروتئین و روغن دانه بادام‌زمینی هم‌راستا با کاربرد مقادیر مختلف متانول و اسیدآسکوربیک افزایش یافت.

کلروفیل متر

سامدر و همکاران (سامدور و همکاران، ۲۰۰۰) اظهار داشتند که دستگاه کلروفیل‌متر یک وسیله مناسب برای توان فتوسنتزی برگ‌های ارقام مختلف گیاه بادام‌زمینی بوده و در تفسیر مراحل فتوشیمیایی گیاه می‌توان از آن استفاده نمود. با استناد به جدول (۳) مقدار عدد کلروفیل‌متر تحت تأثیر کاربرد متانول و اسیدآسکوربیک قرار گرفت (سطح احتمال یک درصد). اثر مکان آزمایش و همچنین اثر متقابل کلیه تیمارها بر مقدار عدد کلروفیل‌متر بی‌معنی بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها مشخص کرد که بیشترین مقدار عدد کلروفیل‌متر متعلق به تیمارهای مصرفی با غلظت‌های ١٤ و ٢١ درصد حجمی (در یک گروه آماری) بود و سایر تیمارها در گروه‌های پایین‌تر آماری قرار گرفتند (جدول ۵). هم‌راستا با نتیجه این آزمایش تحقیقات سایر محققین حاکی از آن است که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نتیجه عدد کلروفیل‌متر می‌شود (خسروی و همکاران، ۲۰۱۳؛ خاکی مقدم و رخزادی، ۲۰۱۵). از دلایل تأثیر متانول بر مقدار کلروفیل این است که متانول محلول‌پاشی شده بر روی گیاه به سرعت وارد بافت‌های گیاهی می‌شود و می‌تواند متابولیسم کربن گیاه را تغییر دهد و از این طریق بر افزایش مقدار کلروفیل گیاه تأثیر گذار بود (دوین و همکاران، ٢٠٠٤).

با ملاحظه سطوح مختلف محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک نتیجه‌گیری می‌شود که با افزایش غلظت مصرفی اسیدآسکوربیک، روند تغییرات عدد کلروفیل‌متر به‌صورت افزایشی بود و بیشترین مقدار آن در یک سطح آماری با سطوح مصرفی ۵۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک، و کمترین مقادیر آن در تیمار شاهد (اسیدآسکوربیک) به‌دست آمد (جدول ۵). مشابه با نتایج این آزمایش گزارشات مختلف نیز نشان می‌دهد که محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک موجب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نتیجه عدد کلروفیل‌متر می‌شود (عبدالرحمان، ۲۰۱۳؛ ابراهیم، ۲۰۱۳). اریگونی (۲۰۰۰) گزارش کرد که اسیدآسکوربیک از سه طریق موجب افزایش مقدار کلروفیل شده و در بهبود فرآیند فتوسنتز در گیاه و در نهایت بهبود رشد و نمو نقش دارد.

کارایی مصرف آب غلاف

بر اثر نتایج اثر تیمارهای مصرفی محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر کارایی مصرف آب غلاف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثر متقابل محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک و سایر تیمارها بر صفت کارایی مصرف آب غلاف بادام‌زمینی معنی‌دار نشد (جدول ۳). اثر مکان آزمایش بر صفت کارایی مصرف آب غلاف بادام‌زمینی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

با توجه به نتایج مندرج در جدول (۵) کارایی مصرف آب غلاف درتیمارهای ١٤ و ٢١ درصد حجمی (بترتیب ۱/۱۸ و ۱/۲۳ کیلوگرم در متر مکعب) بیشترین مقدار بوده و با تیمار شاهد و ۷ درصد حجمی تفاوت معنی‌داری دارد. بررسی‌ها نشان می دهد که مصرف متانول در گیاهان زراعی موجب افزایش راندمان مصرف آب و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود. کاربرد متانول به‌طور قابل توجهی باعث افزایش تولید و کاهش نیاز آبی گیاهان زراعی در شرایط گرم و خشک می شوند. تفاوت چشمگیر در مصرف آب گیاهان تیمار شده با متانول نشان می‌دهد که این گیاهان توانایی مقاومت در برابر پژمردگی را دارند (آذرپور، ۱۳۹۵؛ حسین‌زاده و همکارن، ۱۳۹۳؛ نونومورا و بنسون، ۱۹۹۲). علت افزایش کارایی مصرف آب را می‌توان با افزایش تنظیم اسمزی و محتوای نسبی آب برگ مرتبط دانست.

در جدول ۵ مشاهده شد که پایین‌ترین کارایی مصرف آب غلاف در یک سطح آماری در تیمار عدم کاربرد اسیدآسکوربیک و مصرف ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به‌دست آمد و بالاترین مقدار این صفات با مقادیر ۱/۱۷ و ۱/۲۰ کیلوگرم در متر مکعب، بترتیب متعلق به تیمارهای مصرفی اسیدآسکوربیک ۵۰۰ و ۷۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. نتایج بررسی آذرپور (۱۳۹۵) بر گیاه بادام‌زمینی، فرجام و همکاران (۲۰۱۵) بر گیاه نخود، باکری و همکاران (۲۰۱۲) بر گیاه گندم نشان می‌دهند که کاربرد محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک موجب افزایش کارایی مصرف آب تحت شرایط کم‌آبیاری شد. علت افزایش کارایی مصرف آب غلاف بادام‌زمینی به‌وسیله کاربرد متانول و اسیدآسکوربیک را

می‌توان با افزایش تنظیم اسمزی و محتوای نسبی آب برگ مرتبط دانست (آذرپور، ۱۳۹۵).

محتوای نسبی آب برگ

محتوای نسبی آب برگ به‌عنوان معیاری قابل اعتماد برای اندازه‌گیری وضعیت آب در بافت‌های گیاهی محسوب شده و از این نظر نسبت به پتانسیل آب سلول برتری دارد، زیرا محتوای آب نسبی برگ از طریق ارتباط مستقیم با حجم سلول می‌تواند تعادل بین آب گیاه و سرعت تعرق را بهتر نشان دهد. محتوای نسبی آب برگ‌های بادام‌زمینی در مراحل اولیه‌ی رشد برگ‌ها زیاد بوده و با افزایش وزن خشک برگ‌ها و نیز بالغ شدن آنها مقدار آن کاهش پیدا می‌کند. از طرف دیگر زمانی‌که بوته‌های بادام‌زمینی در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند، محتوای نسبی آب برگ‌های آنها نسبت به محتوای نسبی آب برگ در بوته‌های عادی کمتر می‌شود. با کاهش محتوای نسبی آب برگ‌های بادام-زمینی، مقدار فتوسنتز خالص نیز در آنها به‌تدریج کاهش پیدا می‌کند. این موضوع ناشی از کاهش تعرق و افزایش مقاومت روزنه در برگ‌های این گیاه است (پادماوسی و مانوهار راو، ۲۰۱۳؛ رانگانایاکولو و همکاران، ۲۰۱۵).

نتیجه‌ی تجزیه مرکب اثر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر محتوای نسبی آب برگ (جدول ۳) در بوته-های بادام‌زمینی نشان داد که اثر مقادیر مختلف مصرف متانول (سطح احتمال یک درصد) و اسیدآسکوربیک (سطح احتمال پنج درصد) بر محتوای نسبی آب برگ در هفت روز پس از محلول-پاشی دوم معنی‌دار بود. اثر مکان آزمایش در این پژوهش در سطح احتمال پنج درصد بر محتوای نسبی آب برگ در هفت روز پس از محلول‌پاشی دوم معنی‌دار بود (جدول ۳). احتمالاً تغییرات محتوای نسبی آب برگ پس از محلول‌پاشی دوم تحت شرایط اقیمی قرار گرفت، به‌طوری‌که محتوای نسبی آب برگ پس از محلول‌پاشی دوم در کیاشهر کمتر از آستانه اشرفیه بود (جدول ۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس کارایی مصرف آب، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل اسمزی آب برگ در بادام‌زمینی تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی مصرف آب غلاف	کلروفیل‌متر	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	پتانسیل اسمزی آب برگ (بار)
مکان (L)	۱	۰/۰۴۷۷ ns	۵/۰۶۰۰۱ ns	۴۳/۲۵۵۳*	۵۵۹/۱۲۱*
مکان × (بلوک)	٤	۰/۰۱۰۱	۰/۸۳٦۸	٦/۸۹٤٤	۱۸٦/۹۸۹
متانول (M)	۳	۰/۳۱۱۷**	٤٦/۰٦٤۱**	۵٦/۰۱۵۸**	٤۸۱/٤۰۰**
L×M	۳	۰/۰۱۱۲ ns	۰/۳٤۹۹ ns	۰/٦۹٦۳ ns	۵/۳۵۲ ns
اسیدآسکوربیک (C)	۳	۰/۲۱۰۳**	۱۹/۲٤۵۸**	۳۷/۵۷۳۲*	۱۲۱۵/٤۲**
L×C	۳	۰/۰۰۱۳ ns	۰/۰۵٤٤ ns	۰/۵٦۰٤ ns	٤۰/۵٦٤ ns
M×C	۹	۰/۰۱۹۸ ns	۲/۰۹۷۱ ns	۲۸/۱۰۵٦ ns	۱۰۲/۰٤۷ ns
L×M×C	۹	۰/۰۰۳۵ ns	٤/۹۸۲۲ ns	۱٤/۱۰۵٦ ns	۱۲۱/۳۰۷ ns
خطا	٦۰	۰/۰۱٤۱	۱/٦۱۵۸	۹/٦۰۲۵	۱۰۲/۹۹٤
ضریب تغییرات		٪۱۰/٦۵	٪۳/۰۳	٪٤/۲٤	٪۱۷/٤۵

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر مقادیر مختلف متانول در هفت روز پس از محلول‌پاشی دوم قرار گرفت و میزان محتوای نسبی آب برگ همگام با افزایش میزان مصرف متانول، به‌تدریج افزایش یافت. بالاترین میزان محتوای نسبی آب برگ با کاربرد سطوح بالاتر متانول (۱٤ و ۲۱ درصد حجمی) به‌دست آمد که اختلاف معنی دار آماری با سطح مصرفی متانول ۷ درصد حجمی نداشت. با کم‌تر شدن مقادیر مصرفی میزان محتوای نسبی آب برگ به-صورت معنی‌دار کاهش یافت و کمرین مقدار این صفت در تیمار شاهد (عدم کاربرد متانول) مشاهده شد. درصد افزایش محتوای نسبی آب برگ در تیمارهای مصرفی ۱٤ و ۲۱ درصد حجمی متانول در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد متانول) به-

ترتیب ٤/١٦ و ٤/٧٩ درصد بود. به‌نظر می رسد کاربرد متانول از طریق افزایش دی‌اکسیدکربن درون برگی، زمینه را برای بسته نگه‌داشتن بیشتر روزنه‌ها فراهم نموده باشد و گیاه از این طریق مقدار آب کمتری را در اثر تعرق از دست دهد. زیرا گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد غلظت دی‌اکسیدکربن در اتاقک زیر روزنه و داخل بافت برگی یکی از عوامل بسیار مهم در بسته نگه‌داشتن روزنه‌ها و کاهش نیاز آبی آنها است (هاو و همکاران، ۲۰۰۷). گزارشات محققین مختلف در مورد افزایش محتوای نسبی آب برگ با کاربرد متانول صحت نتایج این بررسی را اثبات می‌نماید (خسروی و همکاران، ۲۰۱۳؛ آذرپور، ۱۳۹۵؛ حسین‌زاده و همکارن، ۱۳۹۲).

با بررسی میانگین داده‌ها (جدول ۵) معلوم شد که محتوای نسبی آب برگ در اثر مصرف مقادیر مختلف اسیدآسکوربیک در هفت روز پس از محلول‌پاشی دوم تحت تأثیر قرار گرفت و میزان محتوای نسبی آب برگ همگام با افزایش میزان مصرف اسیدآسکوربیک، به‌تدریج افزایش یافت. بالاترین میزان محتوای نسبی آب برگ با کاربرد سطوح مختلف اسیدآسکوربیک (۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) در یک گروه آماری به دست آمد که نسبت به تیمار مصرفی ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک تفاوت معنی‌داری نداشت ولی در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کاربرد ویتامین) تفاوت آماری معنی‌داری مشاهد شد (جدول ۵). مصرف اسیدآسکوربیک با مقادیر ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌ترتیب موجب افزایش ۳/۵۰ و ۳/۷٦ درصدی محتوای نسبی آب برگ نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک) شد. کاربرد اسیدآسکوربیک خارجی سبب می‌شود تا پتانسیل اسمزی افزایش یابد و همچنین مکانیزیم‌های آنتی‌اکسیدانی فعال شده و گیاه تحت تنش مقاومت لازم را در مقابل تنش احراز کند. افزایش آب در واحد سطح برگ علی‌رغم اعمال تنش خشکی در حضور اسیدآسکوربیک خود حاکی از این پدیده است (فاروک، ۲۰۱۱). مطالعات مختلف نیز همانند این بررسی نشان می‌دهد که با مصرف اسیدآسکوربیک، محتوای نسبی آب برگ گیاهان افزایش می‌یابد (عبدالقدوس، ۲۰۱٤؛ دینلر و همکاران، ۲۰۱٤؛ ارگین و همکاران، ۲۰۱٤).

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد بادام‌زمینی تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک

تیمار		عملکرد غلاف (کیلوگرم در مترکعب)	عملکرد دانه (کیلوگرم در مترکعب)	عملکرد زیست توده (کیلوگرم در مترکعب)	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم در مترکعب)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در مترکعب)
مکان	کیاشهر	٤٢٤٢ a	٢٤٨٦/٦٥ a	٦٩٨/٤٢ a	٦٩٨/٤٢ b	١٠٢٦/٩٥ a
	آستانه	٤٤١٨/٩٢ a	٢٥٩٣/٤٨ a	٧٣٥/٢٥ a	٧٣٥/٢٥ a	١٠٧٦/٧٠ a
LSD		١٨٨/٥١	١٢٣/٢٣	٣٩٢/٨٢	٣٤/٥٩	٥٩/٢٩
متانول (درصد حجمی)	صفر	٣٨٣٨/١ b	٢١٩٨/٥٠ b	٧٧٦٠/٠ b	٥٧٥/٠١ c	٩٢١/٧٩ b
	٧	٤٠٨٨/٢ b	٢٣٧٠/٠٨ b	٨٢٧٤/٠ b	٦٥١/٠٢ b	٩٩٠/٢٧ b
	١٤	٤٦١١/٣ a	٢٧١٩/٥٤ a	٩٤١٧/٠ a	٧٩٧/٥٥ a	١١١٨/٤٨ a
	٢١	٤٧٨٤/٣ a	٢٨٧٢/١٣ a	٩٧٦٧/٨ a	٨٤٣/٧٦ a	١١٧٦/٧٧ a
LSD		٢٦٦/٥٩	١٧٤/٢٨	٥٥٥/٥٣	٤٨/٩٢	٨٣/٨٥
میتامین ث (میلی‌گرم در لیتر)	صفر	٣٨٨٣/٤ c	٢٢١٨/٠٨ c	٧٩٢٢/٥٥ c	٦٠١/٢٤ c	٩٣٦/٣٦ c
	٢٥٠	٤١٩٥/٠ b	٢٤٤٣/١٣ b	٨٥٢٣/٦ b	٦٧٢/٦٠ b	١٠٢٦/٣٩ b
	٥٠٠	٤٥٥٧/٧ a	٢٧١٢/٣٣ a	٩٢٥٩/٥ a	٧٧٥/٣١ a	١١١٩/١٤ a
	٧٥٠	٤٦٨٥/٨ a	٢٧٨١/٧١ a	٩٥١٣/٣ a	٨١٨/١٧ a	١١٢٥/٤١ a
LSD		٢٦٦/٥٩	١٧٤/٢٨	٥٥٥/٥٣	٤٨/٩٢	٨٣/٨٥

در هر ستون و در مورد هر تیمار، میانگین‌هایی دارای حروف مشابه از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند

جدول ۵- مقایسه میانگین کارایی مصرف آب، کلروفیل متر، محتوای نسبی آب برگ و پتانسیل اسمزی آب برگ در بادام‌زمینی تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک

تیمار		کارایی مصرف آب غلاف (کیلوگرم در مترکعب)	کلروفیل متر (-)	محتوای نسبی آب برگ (درصد)	پتانسیل اسمزی آب برگ (بار)
مکان	کیاشهر	۱/۰۹ a	٤۲/۰٤ a	۷۲/۲۸ b	٦۰/٥٤ a
	آستانه	۱/۱۳ a	٤۱/٥۸ a	۷۳/٦۲ a	٥٥/۷۱ b
LSD		۰/۰٤۸	۰/٥۱۹	۱/۲٦	٤/۱٤
متانول (درصد حجمی)	صفر	۰/۹۸ b	٤۰/۰۱ c	۷۰/۹٦ b	٥۲/۷۱ c
	۷	۱/۰٥ b	٤۱/٤٤ b	۷۲/٥۸ ab	٥۷/٤۲ bc
	۱٤	۱/۱۸ a	٤۲/۸٦ a	۷۳/۹۱ a	٥۸/۷٦ ab
	۲۱	۱/۲۳ a	٤۲/۹٤ a	۷٤/۳٦ a	٦۳/٦۰ a
LSD		۰/۰٦۸	۰/۷۳٤	۱/۷۸	٥/۸٦
میتامین نٹ (میلی‌گرم در لیتر)	صفر	۱/۰۰ c	٤۰/٦٤ c	۷۱/۳٥ b	٥۰/۲۹ c
	۲٥۰	۱/۰۸ b	٤۱/٦۰ b	۷۲/٥۸ ab	٥٥/۲۱ bc
	٥۰۰	۱/۱۷ a	٤۲/۳۸ a	۷۳/۸٥ a	٥۹/٥۲ b
	۷٥۰	۱/۲۰ a	٤۲/٦۳ a	۷٤/۰۳ a	٦۷/۱۷ a
LSD		۰/۰٦۸	۰/۷۳٤	۱/۷۸	٥/۸٦

در هر ستون و در مورد هر تیمار، میانگین‌هایی دارای حروف مشابه از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند

پتانسیل اسمزی آب برگ

تنظیم اسمزی یا تجمع املاح به‌وسیله‌ی سلول‌ها، فرآیندی است که باعث می‌شود پتانسیل آب سلولی بدون کاهش در آماس یا کاهش در حجم سلولی، کاهش یابد. تجمع اسمولایت‌ها در سیتوزول امکان تعدیل فشار اسمزی را در سلول فراهم می‌آورد که در این شرایط از تجمع یون‌های سمی در سیتوزول، که برای پروتئین‌ها و غشاها مثل سدیم سمی است، جلوگیری به‌عمل می‌آید. نقش و اهمیت تجمع کربوهیدرات‌های محلول در برگ و اسیدآمینه‌ی پرولین به این دلیل می‌باشد که تجمع این مواد سبب تنظیم فشار اسمزی و کاهش از دست دادن آب سلول و نگه‌داری آماس می‌شوند (کافی و همکارن، ۱۳۸۹؛ رونتین و همکاران، ۲۰۰۲). در برگ‌های بادام‌زمینی امکان انجام تنظیم اسمزی در برگ‌های جوان و نیز برگ‌های بالغ وجود دارد ولی این کار در برگ‌های مسن دیده نمی‌شود (ردی و همکاران، ۲۰۰۳).

همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) مشاهده می‌شود پتانسیل اسمزی آب برگ بادام‌زمینی در پنج روز پس از محلول‌پاشی اول تحت تأثیر مکان، متانول و اسیدآسکوربیک تفاوت آماری معنی‌داری را نشان داد. با توجه به مقایسه میانگین داده‌های پتانسیل اسمزی آب برگ مربوط به دو مکان آزمایش معلوم گشت که پتانسیل اسمزی آب برگ در کیاشهر در پنج روز پس از محلول‌پاشی دوم، نسبت به آستانه اشرفیه اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان می‌دهد که روند میزان تغییرات پتانسیل اسمزی تحت تأثیر محلول‌پاشی متانول بود و با افزایش میزان کاربرد متانول در مقایسه با تیمار شاهد، روند منفی‌تر شدن مقادیر پتانسیل اسمزی آب برگ در پنج روز پس از محلول‌پاشی دوم با کاربرد مقادیر مختلف متانول ادامه داشت. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار آماری بین مقادیر مصرفی ۱٤ و ۲۱ درصد حجمی متانول در پنج روز پس از هر محلول‌پاشی دوم، منفی‌ترین مقدار پتانسیل اسمزی آب برگ از تیمار مصرفی متانول ۲۰ درصد حجمی مشاهده شد (جدول ۵). محلول‌پاشی متانول در تیمارهای ۱٤ و ۲۱ درصد حجمی به‌ترتیب موجب ۱۱/٤۸ و ۲۰/٦٦ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد متانول) از لحاظ پتانسیل اسمزی آب برگ شده است. فرج‌پور و همکاران (۱۳۸۹الف؛ ۱۳۸۹ب) با بررسی

اثر غلظت‌های مختلف متانول بر گیاه توتون و لوبیا گزارش نمودند که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش پتانسیل اسمزی آب برگ (منفی‌تر شدن) می‌شود. متابولیسم متانول و تبدیل آن به قندها در برگ‌های گیاهان تیمار شده با متانول و همچنین افزایش پرولین برگ می‌تواند پتانسیل اسمزی برگ‌ها را تغییر داده و باعث افزایش فشار تورگر و افزایش هدایت روزنه‌ای آنها شود که این امر باعث افزایش سرعت آسیمیلاسیون و همچنین افزایش رشد گیاهان می‌شود (زیبک و همکاران، ۲۰۰۳).

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) مشخص کرد که روند منفی‌تر شدن مقدار پتانسیل اسمزی آب برگ با افزایش میزان کاربرد اسیدآسکوربیک مشاهده شد به نحوی‌که منفی‌ترین مقادیر پتانسیل اسمزی آب برگ در پنج روز پس از محلول پاشی دوم با کاربرد ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر ویتامین به‌دست آمد و سایر تیمارها در گروه‌های پایین‌تر آماری قرار گرفتند (جدول ۵). کاربرد تیمارهای ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدآسکوربیک به‌ترتیب موجب ۱۸/۳۵ و ۳۳/۵٦ درصد افزایش پتانسیل اسمزی آب برگ بادام‌زمینی نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدآسکوربیک) شده است. در بررسی فاروک (۲۰۱۱) بر روی گیاه گندم مشخص شد که کاربرد اسیدآسکوربیک موجب افزایش کربوهیدرات‌های محلول در برگ و اسیدآمینه‌ی پرولین می‌شود که این عوامل باعث افزایش فشار تورگر و افزایش تنظیم اسمزی (منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی برگ گندم) می‌شود.

محلول تجمع یافته‌ی درون سلول (کربوهیدرات‌های محلول در برگ و اسیدآمینه‌ی پرولین) نه تنها می‌توانند به‌عنوان اسمولیت در تسهیل نقل و انتقال آب و نگه‌داری آن درون سلول‌ها مؤثر باشند، بلکه در محافظت و پایدار کردن درشت مولکول‌ها، اندامک‌ها، ساختارهایی نظیر کلروپلاست‌ها و غیره در مقابل تنش نیز تأثیر دارند (کافی و همکارن، ۱۳۸۹؛ رونتین و همکاران، ۲۰۰۲).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر روی کارایی مصرف آب و عملکرد بادام‌زمینی تأثیر معنی‌داری داشت. بالاترین تأثیر در پارمترهای اندازه‌گیری شده در دو تیمار متانول ١٤ و ٢١ درصد حجمی و دو تیماراسیدآسکوربیک با غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده گردید. بر اساس نتایج در این آزمایش می‌توان بیان داشت که کاربرد محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک در گیاه بادام‌زمینی می‌تواند بسیار مؤثر باشد و مصرف این مواد در مراحلی که گیاه با شرایط کم‌آبی واجه است (اواخر فصل زراعی) موجب افزایش مقاومت و یا بهبود در رشد گیاهان گردد. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود در تولید بادام‌زمینی در شرایط کشت دیم، مصرف متانول و اسیدآسکوربیک توانایی جلوگیری از کاهش عملکرد کمی و بهبود افزایش کارایی مصرف آب، محتوای نسبی آب برگ، مقدار کلروفیل و پتانسیل اسمزی آب برگ را دارد.

منابع

آذرپور، ا. ۱۳۹۵. اثر محلول‌پاشی متانول و اسیدآسکوربیک بر رشد و عملکرد بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea*) در شرایط کشت دیم. رساله دکتری. دانشگاه گیلان. ۱۱۷ صفحه.

حسین‌زاده، س.، م. چنیانی و ا. سلیمی. ۱۳۹۳. بررسی اثر متانول بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک نخود تحت تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. جلد ۵، شماره ۲: ۸۲-۷۱.

طاهر آبادی، ش.، م پارسا و ا. نظامی. ۱۳۹۱. تأثیر محلول‌پاشی متانول و مقدار آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود. مجله آب و خاک. جلد ٢٦، شماره ۱: ۲۳۵-۲۲٦.

فرج‌پور، ا.، ج. اصغری، م.ت. صفرزاده و م. زواره. ۱۳۸۹الف. اثر متانول بر روند تغییرات پتانسیل اسمزی آب برگ در گیاه توتون در شرایط کشت دیم. همایش ملی مدیریت کمبود آب و تنش خشکی در زراعت، ۵-٤ اسفند، ارسنجان.

فرج‌پور، ا.، ج. اصغری، م.ت. صفرزاده و م. فرضی. ۱۳۸۹ب. اثر محلول‌پاشی متانول بر روند تغییرات پتانسیل اسمزی و محتوای نسبی آب برگ لوبیا در شرایط کشت دیم. دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار (فرصتها و چالشهای پیش رو)، ۱۲-۱۱ اسفند، شیراز.

قنبری تیلمی، ن.، ح. عباسپور و م. برادران فیروز آبادی. ۱۳۹۳. اثر محلول پاشی آسکوربیک‌اسید و متانول بر تجمع ماده خشک و عملکرد سویا رقم (DPX) تحت شرایط کم آبی. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، جلد ٦، شماره ۱۷: ۲۷-۱۳.

کافی، م.، ا. زند، ب. کامکار، ع. مهدوی دامغانی، ف عباسی و ح.ر. شریفی. ۱۳۸۹. فیزیولوژی گیاهی. ترجمه، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۳۲ صفحه.

Abdul Qados, A. M. S. 2014. Effect of ascorbic acid antioxidant on soybean (*Glycine max* L.) plants grown under water stress conditions. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences. 1(6): 189-205.

Abdulrahman, A.S. 2013. Effect of foliar spray of ascorbic acid, zinc, seaweed extracts and biofertilizer (EM1) on growth of almonds (*Prunus amygdalus*) seedling. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology 17(12): 62-71.

Arrigoni, O. 2000. The role of ascorbic acid in cell metabolism. Journal of Plant Physiology 157: 481-488.

Babaei, F., H. Heydari shrifabad, M. N. Safarzadeh Vishekaei, G. Normohammadi and I. Majidi Harvan. 2014. Effect of foliar application of methanol and ascorbic acid on physiological characteristics and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Advances in Environmental Biology. 8(16): 280-285.

Bai, Y. R., P. Yang, Y. Yuan Su, Z. Ling He and X. Nan Ti. 2014. Effect of exogenous methanol on glycolate oxidase and photorespiratory intermediates in cotton. Journal of Experimental Botany. 65(18): 5331-5338.

Bakry, A. B., R. E. Abdelraouf, M. A. Ahmed and M.F. El-Karamany. 2012. Effect of drought stress and ascorbic acid foliar application on productivity and irrigation water use efficiency of wheat under newly reclaimed sandy soil. Journal of Applied Sciences Research. 8(8): 4552-4558.

Barakat, M. A. S., A. S. Osman, W. M. Semida and M. A. H. Gyushi. 2015. Influence of potassium humate and ascorbic acid on growth, yield and chemical composition of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under reclaimed soil conditions. International Journal of Academic Research. 7(1): 192-199.

Da Luz, L. N., R. C. Dos Santos and P. D. A. Melo Filho. 2011. Correlations and path analysis of peanut traits associated with the peg. Crop Breeding and Applied Biotechnology. 11: 88-93.

Dabbagh Rezaeieh, A., H Aminpanah and S. M. Sadeghi. 2014. Effect of methanol foliar application on rice (*Oryza sativa* L.) growth and grain yield. International Journal of Biosciences. 5(2): 119-125.

Dawood, M. G., S. R. El-Lethy and M. S. Sadak. 2013. Role of methanol and yeast in improving growth, yield, nutritive value and antioxidants of soybean. World Applied Sciences Journal. 26(1): 6-14.

Dinler, B.S., E. Demir and Y.O.N. Kompe. 2014. Regulation of auxin, abscisic acid and salicylic acid levels by ascorbate application under heat stress in sensitive and tolerant maize leaves. Acta Biologica Hungarica. 65(4): 469-480.

Downie, A, S. Miyazaki, H. Bohnert, P. John, J. Coleman, M. Parry and R. Haslam. 2004. Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. Phytochemistry 65: 2305-2316.

Ergin, S., C. Aydogan, N. Oztutk and E. Turhan. 2014. Effects of ascorbic acid application in strawberry plants during heat stress. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. 2: 1486-1491.

Farjam, S., H. Kazemi-Arbat, A. Siosemardeh, M. Yarniaand and A. Rokhzadi. 2015. Effects of salicylic and ascorbic acid applications on growth, yield, water use efficiency and some physiological traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under reduced irrigation. Legume Research- An International Journal. 38(1): 66-71.

Farouk, S. 2011. Osmotic adjustment in wheat flag leaf in relation to flag leaf area and grain yield per plant. Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 7(2): 117-138.

Gheeth, R. H. M., Y. M. M. Moustafa and W. M. Abdel-Hakeem. 2013. Enhancing growth and increasing yield of peas (Pissum sativum L.) by foliar application of ascorbic acid and cobalt chloride. Journal of Novel Applied Sciences. 2(4): 106-115.

Helmy, A. M. 2014. Seed and oil productivity upon foliar spray of soybean (*Glycine max* L.) With humic and ascorbic acids with or without seed irradiation. Egypt Journal Soil Science. 54: 1-20.

Hosseinzadeh Gashti, A. R., V. Rashidi, M. N. Safarzadeh Vishkaei, M. Esfahani and F. Farahvash. 2015. Effects of foliar application of Methylobacterium and methanol on growth and yield of peanut (*Arachise hypogaea* L. cv.NC2). Advances in Environmental Biology. 8(21): 1256-1262.

Huve, K., M. Christ, E. Kleist, R. Uerlings, U. Niinemets, A. Walter and J. Wildt. 2007. Simultaneous growth and emission measurements demonstrate an interactive control of methanol release by leaf expansion and stomata. Journal of Experimental Botany. 58: 1783-1793.

Ibrahim, Z.R. 2013. Effect of foliar spray of ascorbic acid, zn, seaweed extracts (sea) Force and biofertilizers (EM-1) on vegetative growth and root growth of olive (*Olea Europaea* L.) Transplants cv. HojBlanca. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology 17(12): 79-89.

Janardhan, K.V. and V. Krishnamoorthy. 1975. A rapid method for determination of osmotic potential of plant cell sap. Current Science. 44(1): 390-391.

Khaki-Moghadam, A. and A. Rokhzadi. 2015. Growth and yield parameters of safflower (*Carthamus tinctorius*) as influenced by foliar methanol application under well-watered and water deficit conditions. Environmental and Experimental Biology 13: 93-97.

Khosravi, M.T., A. Mehrafarin, H. Naghdibadi, E. Khosravi. 2013. Reaction of some morpho physiological parameters of purple coneflower (Echinacea purpurea L.) to methanol and ethanol. Planta Medica. 79(5): 1-7.

Kramer, J.K. and J.S. Boyer. 1995. Water relations of plants and soils. Academic Press, California. pp. 495.

Madhusudhana, B. 2013. A Survey on Area, Production and Productivity of Groundnut Crop in India. IOSR Journal of Economics and Finance. 1(3): 1-7.

Narasimhulu, R., P. V. Kenchanagoudar and M. V. C. Gowda. 2012. Study of genetic variability and correlations in selected groundnut genotypes. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. 3(1): 335-358.

Nonomura, A.M. and A.A. Beson. 1992. The path to carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proceedings of the national academy of sciences of the united states of america the academy 89: 9794-9798.

Osman, E.A.M., M.A. El- Galad, K.A. Khatab and M. A. B. El-Sherif. 2014. Effect of compost rates and foliar application of ascorbic acid on yield and nutritional status of sunflower plants irrigated with saline water. Global Journal of Scientific Researches 2(6): 193-200.

Padmavathi, T.A.V. and D. Manohar Rao. 2013. Differential accumulation of osmolytes in 4 Cultivars of peanut (Arachis hypogaea L.) under drought stress. Journal of Crop Science and Biotechnology. 16(2): 151-159.

Pastori, G. M., G. Kiddle, J. Antoniw, S. Bernard, S. Veljovic-Jovanovic, P.J. Verrier and G. Noctor, C.H. Foyer. 2003. Leaf vitamin c contents modulate plant defense transcripts and regulate genes that control development through hormone signaling. Plant Cell. 15: 939-951.

Ramberg, H. A., J. S. C. Bradley, I. S. C. Olson, J. N. Nishio, J. Markwell and J. C. Osterman. 2002. The role of methanol in promoting plant growth: an update. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology. 1: 113-126.

Ranganayakulu, G., C. Sudhakar and S. Reddy. 2015. Effect of water stress on proline metabolism and leaf relative water content in two high yielding genotypes of groundnut (Arachis hypogaea L.) with contrasting drought tolerance. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 3(1): 97-103.

Reddy, T.Y., V.R. Reddy and V. Anbumozhi. 2003. Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) to drought stress and its amelioration: a critical review. Plant Growth Regulation 41: 75-88.

Rontein, D., G. Basset and A.D. Hanson. 2002. Metabolic engineering of osmoprotectant accumulation in plants. Metabolic Engineering 4: 49-56.

Samdur, M.Y., A.L. Singh, R.K. Mathur, P. Manivel, B M. Chikani, H.K. Gor and M.A. Khan. 2000. Field evaluation of chlorophyll meter for screening groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes tolerant to iron-deficiency chlorosis. Current Science 79: 211-214.

Smirnoff N. 2011. Vitamin c: the metabolism and functions of ascorbic acid in plants. Advances in Botanical Research. 59: 107-177.

Soghani, M., M. Yarnia, F. Paknejad, F. Farahvash and S. Vazan. 2014. Effects of methanol on the yield and growth of soybean in different irrigation conditions. International Journal of Biosciences. 4(8): 160-168.

Songsri, P., S. Jogloy, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, A. Patanothai and C.C. Holbrook. 2008. Root distribution of drought-resistant peanut genotypes in response to drought. Journal of Agronomy and Crop Science. 194: 92-103.

Tsigbey, K.K., G.J. Parsana and C.J. Dangaria. 2004. Quality status of groundnut seed at farmer's level in Gujarat. Seed Research. 35(1): 111-113.

Turner, N. C. 1987. Crop water deficits: a decade of progress. Advances in Agronomy 39: 1-51.

Zbiec, I., S. Karczmarczyk and C. Podsi-adło. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supple-mental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 6(1): 1-7.

Zhang Y. 2013. Ascorbic acid in plants (biosynthesis, regulation and enhancement). Springer Briefs in Plant Science. 123 pp.

Zhang, S. B., Q. U. Lu, H. Yang, Y. Li and S. Wang. 2011. Aqueous enzymatic extraction of oil and protein hydrolysates from roasted peanut seeds. Journal of the American Oil Chemists Society. 88: 727-732.

Study the effect of methanol and ascorbic acid foliar application on yield and physiological traits related to water relationships peanut under rainfed condition

M. Moradi Tochaee[1], S. Sayfzadeh[1], H.R. Zakerin[1], S.A. Valadabadi[1]

Received: 2017-8-4 Accepted: 2017-10-29

Abstract

In order to investigate the effect of foliar application of methanol and ascorbic acid on growth and yield of peanut (varNC2) in during 2015 year, an experiment was carried out in two locations of Astaneh Ashrafiyeh and Kiashahr. A randomized complete block design with three replications on a factorial experiment with two factors including four levels of methanol include 0 (Control), 7, 14, and 21 volumetric percentage and four levels of ascorbic acid include (0 Control), 250, 500, and 750 mg/lit was used. Methanol and ascorbic acid foliar applications were done two times during the growing season with 15 days intervals and spraying started in 72 code stage of BBCH-scale. Measured traits in this experiment were consisted of: pod yield, seed yield, biological yield, protein yield, oil yield, pod water use efficiency, chlorophyll, leaf relative water content and leaf osmotic potential. The results showed the simple effects of methanol and ascorbic acid foliar applications on measured traits were positive significant. The maximum amount on measured traits were observed by two foliar application of methanol treatments (14 and 21 % (v/v)) and two foliar application of ascorbic acid treatments (500 and 750 mg/l) during experiment. In comparison to the control (without foliar application methanol), methanol application at 14 and 21 % v/v levels increased seed yield up to 20.15% and 24.65% respectively. The 17.36% and 20.67% amount of seed yield increase at 500 and 750 mg/l of ascorbic acid application respectively, in comparison to the control (without foliar application ascorbic acid).

Keywords: Leaf spray, leaf osmotic potential, water use efficiency, chlorophyll, leaf relative water content

1- Department of Agriculture, College of Agricultural Science, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran