تأثیر تنش شوری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، فلورسانس کلروفیل و برخی آنتی اکسیدان‌های برگ سه رقم بادام زمینی

منصور افشار محمدیان[1*]، بنت الهدی دمسی[1]، ساره ابراهیمی[1] و معصومه جمال امیدی[2]

[1]گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، [2] گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور استان گیلان، واحد رودسر

(تاریخ دریافت: ١٣٩٤/٠٦/١٩، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٤/١٢/١٩)

چکیده:

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر رنگیزه‌های فتوسنتزی، فلورسانس کلروفیل و آنتی اکسیدان‌های برگ سه رقم بادام زمینی به عنوان شاخصی از مقاومت به تنش شوری، تحقیقی در سال ١٣٩٢ در گلخانهٔ دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از ٤ سطح شوری (شاهد یا بدون نمک، ٥٠، ١٠٠ و ١٥٠ میلی مولار کلرید سدیم) و سه رقم بادام زمینی (محلی گیلان، ICGV96177 و ICGV03060) بودند. نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که اثر متقابل رقم و شوری بر روی صفات کلروفیل a، کلروفیل a+b، فلورسانس ماکزیمم (F_m)، فلورسانس کمینه (F_0)، پراکسیداز و فنل کل بجز کاروتنوئید معنی‌دار بود. در این بررسی مشاهده شد که با افزایش غلظت‌های NaCl، میزان فنل و پراکسیداز افزایش یافت، ولی میزان کلروفیل a، b و عملکرد فلورسانس کلروفیل کاهش یافت و در مجموع رقم محلی گیلان، متحمل ترین رقم تحت سطوح مختلف تنش شوری بود.

واژه‌های کلیدی: بادام زمینی، شوری، شاخص های فلورسانس کلروفیل، فنل، پراکسیداز

مقدمه:

بادام زمینی از گیاهان روغنی ارزشمندی است که بذر آن دارای ٤٤ تا ٥٦ درصد روغن است و بعد از سویا و کلزا سومین زراعت دانه روغنی جهان به شمار می‌آید (David *et al.*, 2001). بادام زمینی که در فارسی به آن پسته شامی یا پسته زمینی نیز می گویند، گیاهی بوته‌ای یکساله و از خانواده بقولات است. منشاء اصلی این گیاه در منطقه‌ای به نام گران چاکو در قاره آمریکای جنوبی بوده و اولین بار در سال ١٢٨٩ خورشیدی از لبنان وارد ایران شد و به طور آزمایشی در روستایی به نام آتشگاه از توابع شهر رشت، کاشته شد و از آن پس به سایر نقاط استان گیلان انتقال پیدا کرد (عبدزاد گوهری و همکاران، ١٣٩٠). بیش از نیمی از نواحی زیر کشت بادام زمینی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد (Reddy *et al.*, 2003).

یکی از مشکلات اساسی بر سر راه کشاورزی کمبود منابع آب شیرین و با کیفیت جهت آبیاری است. با توجه به توسعه کشاورزی فاریاب و اجتناب ناپذیر بودن استفاده از منابع آبی با کیفیت پایین و شور، تخریب اراضی زراعی مرغوب و گرایش به سمت شور و قلیا شدن خاک مسئله ساز خواهد بود (کافی و همکاران، ١٣٨٢). ایران از نظر اقلیمی در منطقه خشک و نیمه‌خشک دنیا قراردارد، از این‌رو شوری خاک و آب آبیاری یکی از مشکلات عمده پیش روی زراعت کشور است. شوری آب وخاک، سبب بروز تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیائی متعددی در گیاهان می‌شود ضمن اینکه تحمل به شوری در گیاهان نیز خصوصیتی ثابت نبوده و ممکن است در

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: afshar@guilan.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

مراحل مختلف رشد هر گونه، متفاوت باشد (Sairam *et al.*, 2001). تنش شوری منجر به یکسری از تغییرات مولکولی و بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی می‌شود که بر رشد و تولید مثل گیاهان تأثیر می‌گذارد (Wang *et al.*, 2003).

یکی از بارزترین پاسخ‌های گیاهان به تنش‌های محیطی، کم شدن فتوسنتز ناشی از اختلال در فعالیت فتوسیستم ۲ می‌باشد (Andrews *et al.*, 1995). در چنین شرایطی به دنبال کاهش فتوسنتز و ذخیره فرآورده‌های انتقال الکترون یعنی ATP و NADPH در واکنش‌های وابسته به نور در فتوسنتز، عملکرد کوآنتومی فتوسیستم ۲ کاهش پیدا می‌کند. تحقیقات نشان داده که تنش شوری موجب افزایش فلورسانس متغیر (F_v)، فلورسانس حداکثر (F_m)، فلورسانس کمینه (F_0) و کاهش حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم ۲ (F_V/F_m) در شرایط سازگار شده با تاریکی می‌شود (Zhao *et al.*, 2007). در مطالعات متعددی ثابت شده که اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل برگ‌های سالم، روش معتبر و قابل اطمینانی برای مطالعه فرایندهای فتوسنتز و ارزیابی وضعیت فیزیولوژیکی گیاه است. علاوه بر این عوامل محیطی، ترکیب رنگدانه‌ای و سازمان ساختاری تیلاکوئیدهای کلروپلاست را نیز تغییر می‌دهند. غلظت بالای کاتیون‌ها می‌توانند باعث تخریب تیلاکوئیدها شوند و روند تولید پیش ساز بی واسطه کلروفیل که فاقد زنجیره فیتولی است را دچار اختلال کند (Sam *et al.*, 2003).

مقدار فلورسانس کلروفیل، سالم بودن غشای تیلاکوئید و کارایی نسبی انتقال الکترون از فتوسیستم ۲ به فتوسیستم ۱را نشان می دهد. وقتی مولکول‌های کوئینون (اولین گیرنده الکترون در فتوسیستم ۲) در وضعیت اکسید شده هستند، در این حالت سیستم دارای کمترین فلورسانس (F_0) است و به تدریج، با افزایش درجه احیا شدن، فلورسانس افزایش می‌یابد. این فرآیند تا احیای کامل ادامه یافته و مراکز احیای فتوسیستم ۲ به تدریج بسته می‌شوند و انتقال الکترون به فتوسیستم ۱ صورت نمی گیرد. در این حالت، فلورسانس کلروفیل افزایش یافته و فتوسیستم ۲ دارای بیشترین فلورسانس (F_m) خواهد شد. در واقع، تنش‌ها با تأثیر منفی بر ظرفیت پذیرش و انتقال الکترون باعث می‌شوند که سیستم به سرعت به F_m برسد که نتیجه آن کاهش فلورسانس متغیر خواهد بود (Amirjan *et al.*, 2009; Paknejad *et al.*, 2007).

به طور کلی گیاهان، طیف وسیعی از تنش‌های محیطی را که نهایتاً منجر به بروز تنش اکسیداتیو در گیاه می‌شود، دریافت می‌کنند. مکانیسم مقاومت در برخی از تنش‌ها به صورت یک ارتباط درونی و نتیجه یک برنامه ریزی هماهنگ و پیچیده است. در شرایط تنش عدم توازن بین فرآیند جذب انرژی و مصرف آن توسط اندام فتوسنتزی باعث تولید انواع اکسیژن فعال (ROS) و ناتوانی گیاه در مهار آن می‌شود که در نهایت منجر به بروز تنش در غشاء سلول و بروز علائم ناشی از صدمات اکسیداتیو می‌شود (Blokhina *et al.*, 2003).

در شرایط طبیعی و بدون تنش، تولید رادیکال‌های آزاد و مکانیسم دفاع که همان تولید آنتی‌اکسیدان‌ها است، در حالت تعادل است. اما در شرایط تنش‌های یونی و اسمزی ایجاد شده توسط شوری زیاد محیط، این تعادل برهم خورده و با افزایش بیش از حد تولید ROS، بروز تنش ثانویه اکسیداتیو را سبب می‌شود که منجر به تغییرات سلولی و انواع آسیب‌های بحرانی نیز می‌شوند. البته گونه های فعال اکسیژن را به عنوان به عنوان پیامبرهای ثانویه هم در نظر می‌گیرند که در راه انداختن حدواسط‌های مسیر سیگنال‌دهی نقش دارند (Zhu, 2001). با افزایش میزان رادیکال‌های فعال اکسیژن در گیاهان،، مکانیسم‌های متنوعی در گیاه فعال می شود. در این شرایط میزان آنتی اکسیدان‌ها افزایش یافته و آنزیم‌های مهار کننده ROS در جهت کاهش اثرات سمی ناشی از تنش اکسیداتیو حاصل از تنش شوری، افزایش پیدا می‌کنند (کافی و همکاران، ۱۳۸۲).

هدف از اجرای این آزمایش بررسی پاسخ‌های مختلف فیزیولوژیک در ارقام بادام زمینی نسبت به سطوح مختلف شوری و ارزیابی برخی شاخص های فلورسانس کلروفیل، میزان آنتی‌اکسیدان آنزیمی پراکسیداز و غیرآنزیمی فنل برگ گیاه، تحت شرایط تنش شوری بود.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

مواد روش‌ها:

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از ٤ سطح مختلف شوری (۰،۵۰ ،۱۰۰ و۱۵۰میلی مولار نمک کلرید سدیم) و سه رقم بادام زمینی (محلی گیلان، ICGV96177 و ICGV03060) تهیه شده از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بود. واحدهای آزمایشی شامل گلدان‌هایی به ابعاد ۲۰×۲۰ و عمق ۲۰ سانتی‌متر بودند که با ۳ کیلوگرم خاک الک شده با هدایت الکتریکی (EC) برابر ۱/۲ ds/m، برداشت شده از یک مزرعه بادام زمینی در شهرستان آستانه اشرفیه پر شدند. ۵ عدد بذر پس از جدا کردن از غلاف ها و جدا کردن دانه‌های هم اندازه به مدت ۵ دقیقه در آب مقطر و ۲ دقیقه در اتانول ۹٦ درصد ضد عفونی و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. این بذرها را به مدت سه روز در آب مقطر خیسانده تا جوانه‌ای کوچک ایجاد شد، سپس در عمق ۵ سانتی‌متری خاک کشت شد و با آب لوله کشی آبیاری شدند. دمای محیط آزمایش و درون گلدان‌ها به ترتیب ۲۸ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری بصورت ۱۷ ساعت روشنایی (۷۰۰۰ لوکس) و ۷ ساعت تاریکی در نظر گرفته شد (Hajar *et al*., 1993). آبیاری گلدان‌ها بصورت هفته‌ای سه مرتبه انجام و اعمال شوری پس از مدت ٤ هفته پس از کشت، با غلظت های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار نمک کلرید سدیم (Srivastava *et al*., 2007) بصورت هفته‌ای ۲ مرتبه با آب شور و هر ده روز ۱ بار با آب مقطر (جهت شستشوی خاک) صورت پذیرفت (Hajar *et al*., 1993) بعد از گذشت ۸ هفته از کشت بذور پارامترهای فتوسنتزی و فلورسانس کلروفیل برگ ارقام بادام زمینی اندازه‌گیری شدند (Hajar *et al*., 1993). یک ماه پس از شروع گلدهی گیاهان (در آخر هفته دوازدهم بعد از کشت)، تمامی بوته‌ها در هر گلدان برداشت و برگ‌ها جدا شده و جهت بررسی فعالیت آنتی اکسیدان آنزیمی پراکسیداز، در فریزر ۷۰- درجه نگهداری شدند و برای نمونه های مربوط به اندازه‌گیری فنل برگ‌ها به مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ٤۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند.

ارزیابی فلورسانس کلروفیل و رنگریزه‌های فتوسنتزی کلروفیل‌های a، b و کاروتنوئید کل برگ ارقام بادام زمینی: قبل از اندازگیری شاخص‌های فلورسانس کلروفیل، قطعات برگی مورد نظر به مدت سی دقیقه با استفاده از کلیپس‌های مانع نور، در تاریکی کامل قرار گرفتند (Genty *et al*., 1989). در این وضعیت، تمام مراکز واکنش و حامل‌های الکترون در فتوسیستم ۲ اکسیده می‌شوند که برای القاء سریع فلورسانس و اندازگیری پارامترهای فلورسانس کلروفیل ضروری است. سپس پارامترهای فلورسانس کلروفیل از جمله حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ (FV/Fm) به وسیله دستگاه فلورومتر (PAM-2500, H. Walz, Effeltrich, Germany)، بررسی شد (Genty *et al*., 1989).

برای اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ مقدار نیم گرم از برگ تر گیاه را در هاون چینی ریخته، سپس با اضافه کردن نیتروژن مایع به آن برگ‌ها به خوبی له شدند. سپس۲۰ میلی لیتر استن ۸۰ درصد به نمونه اضافه، در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ٦۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. سپس مقدار جذب (A) عصاره جدا شده حاصل از سانتریفیوژ، توسط اسپکتروفتومتر به صورت جداگانه در طول موج‌های ٦٦۳، ٦٤۵ و ٤۷۰ قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول های زیر میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه بدست آمد (Arnon, 1967):

$$Chl.a = (19.3 \times A663 - 0.86 \times A645)\ V/100W$$
$$Chl.b = (19.3 \times A645 - 3.6 \times A663)\ V/100W$$
$$Chl.T = Chl.a + Chl.b$$
$$Car = 100(A470) - 3.27(mg\ chl.\ a) - 104(mg\ chl.\ b)/227$$

استخراج عصاره پراکسیداز: به منظور استخراج و اندازه‌گیری آنزیم پراکسیداز برگ‌های فریز شده را در هاون چینی ریخته و نیتروژن مایع به آن اضافه شد و سپس به‌خوبی کوبیده شدند. مقدار ۰/۵ گرم از پودر برگ آسیاب شده را به میکروتیوب‌های ۲ میلی‌لیتری منتقل و با افزودن یک میلی‌لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی مولار با pH=۷ نخست ورتکس شد و به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱٤۰۰۰ rpm در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد، سانتریفیوژ شدند. پس از اتمام سانتریفیوژ، عصاره

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

رویی با استفاده از سمپلر برداشته و به میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل شدند و دوباره به مدت ۱۰ دقیقه با دور rpm ۱٤۰۰۰ در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. سپس عصاره رویی را برداشته و به میکروتیوب‌های با همان حجم منتقل شدند. از این عصاره برای سنجش آنزیم‌های پراکسیداز استفاده شد (Beauchamp and Fridovich, 1971).

برای تعیین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز موجود در عصاره آنزیمی از روش هامرچمیت (Hammerschmidt *et al.*, 1982) استفاده شد. بدین ترتیب که ترکیبی از بافر H_2O_2 به مقدار ٤۹۵ میکرولیتر و بافر گایاکول به همان مقدار در دمای پایین (ظرف حاوی یخ) با هم مخلوط گردید و به آن ۱۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی اضافه و منحنی جذب در طول موج ٤۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS مدل ۱٦۰۰ شیمادزو قرائت شد. در محلول بلانک به جای عصاره آنزیمی، ۱۰ میکرولیتر از بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH= ۷) استفاده شد. فعالیت آنزیمی با استفاده از فرمول قانون بیر لامبرت و با ضریب خاموشی گایاکول پراکسیداز $۲٦/٦\mu M^{-1}c^{-1}m$ و فعالیت آنزیم در نهایت بر حسب µMol/g FW.min محاسبه شد.

استخراج و اندازه گیری میزان فنل کل: به منظور تهیه عصاره، جهت سنجش محتوای فنل کل، ۰/۵ گرم از نمونه برگ خشک شده هر یک از رقم‌ها، در هاون ساییده شد و به میکروتیوپ‌هایی انتقال داده شد. پس از آن، به هریک از میکروتیوپ‌ها، ۱۵۰۰ میکرولیتر حلال استخراج شامل متانول استیک اسید (نسبت ۸۵ به ۱۵) اضافه شد و به مدت ۲٤ ساعت در یخچال نگهداری شد. سپس میکروتیوپ های حاوی نمونه، در سانتریفیوژ قرار گرفته و مدت ده دقیقه با سرعت (rpm) ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد. محلول روشناور که حاوی عصاره گیاه بود، با دقت توسط سمپلر جدا شده و به میکروتیوپ‌هایی با ذکر مشخصات انتقال داده شدند. میکروتیوپ‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد فریزر، قرار داده شدند (Bakhshi and Arakawa, 2006). برای سنجش میزان فنل کل، معرف Folin-Ciocalteu و استاندارد گالیک اسید مطابق روش (Slinkard and Singleton, 1997) استفاده شد. به این ترتیب که به ۱۲۵ میکرولیتر از عصاره، ۳۷۵ میکرولیتر آب مقطر، ۲/۵ میلی لیتر فولین ۱۰٪ (۱۰ میلی لیتر فولین با آب مقطر به حجم ۱۰۰ رسانده شد) و پس از ٦ دقیقه ۲ میلی لیتر محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد (۷/۵ گرم کربنات سدیم در ml ۱۰۰ آب) در تاریکی اضافه شد و پس از ۱/۵ ساعت قرار گرفتن در تاریکی و دمای اتاق، جذب نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر UV-VIS مدل ۱٦۰۰ شیمادزو در طول موج ۷٦۳ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه غلظت ترکیب‌های فنلی از منحنی استاندارد گالیک اسید استفاده شد و میزان فنل کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد، بر حسب میلی گرم اسیدگالیک در یک گرم وزن خشک بیان شد.

نتایج و بحث:

بررسی جدول تجزیه واریانس صفات، مربوط به ارزیابی محتوای کلروفیل و پارامترهای فتوسنتزی برگ سه رقم بادام زمینی (محلی گیلان، ICGV96177 و ICGV03060) نشان داد که اثر رقم بر روی صفات کلروفیل a، کلروفیل a+b و فلورسانس ماکزیمم (F_m) معنی‌دار بود. همچنین اثر شوری بر روی صفات کلروفیل a، کلروفیل a+b، فلورسانس کمینه (F_0) و عملکرد کوآنتومی فتوسیستم ۲ در سطح احتمال ۱ درصد ($P<0.01$) و برای کلروفیل b در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0.05$) معنی‌دار بود. اثر متقابل رقم و شوری نیز بر روی F_0، فلورسانس ماکزیمم (F_m) و عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد ($P<0.01$) و برای کلروفیل a، کلروفیلb و کلروفیل a+b در سطح احتمال ۵ درصد ($P<0.05$) معنی‌دار بود و در مورد محتوای کاروتنوئید غیر معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین اثر ساده صفات در درصدهای مختلف شوری نشان داد که کمترین مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل a+b، کاروتنوئید و عملکرد کوآنتومی فتوسیستم ۲ در سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار به ترتیب ۱/٦، ۰/٤۵، ۲/۰٦ ، ۰/۰٤ و ۰/۷۸ بوده و برای فلورسانس کمینه (F_0) در شرایط عدم تنش و به مقدار ۱٦٦ بوده است. بیشترین میزان فلورسانس کمینه (F_0) نیز در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به مقدار (۱۸٤/٦۷) بدست آمد. همچنین مقایسه میانگین‌های اثر ساده رقم، بر روی صفات مورد بررسی نشان داد که بالاترین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

میزان کلروفیل a، کلروفیل a+b و فلورسانس ماکزیمم (F_m) به ترتیب ۳/۱، ۳/۹۳ و ۸۶۹/۷۵ متعلق به رقم محلی گیلان بود (جدول ۲). با توجه به جدول ۳ بررسی نتایج اثرات متقابل رقم در شوری نشان داد که بیشترین محتوای کلروفیل a، کلروفیلb و کلروفیل a+b به ترتیب ٤/۲۵، ۱/۲٤ و ۵/۵ به رقم محلی گیلان و سطح شوری ۵۰ میلی مولار و کمترین مقدار کلروفیل a و کلروفیل a+b به رقم محلی گیلان و سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار و پایین‌ترین فلورسانس ماکزیمم (F_m) به رقم ICGV96177 و سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار تعلق داشت. (Zhao *et al.*, 2007). به این نتیجه رسیدند که شوری سبب کاهش میزان کلروفیل برگ در گیاه یولاف می‌شود. دلیل کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش شوری، افزایش تخریب این رنگیزه‌ها و یا کاهش ساخت آنها و نیز اختلال در فعالیت آنزیم های مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌باشد. به نظر می رسد کاهش در پروتئین‌های غشایی خاص در شرایط تنش شوری، افزایش در فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز از عوامل مؤثر در کاهش کلروفیل در شرایط تنش شوری باشد و همچنین کاهش سبزینگی برگ ممکن است تا حدودی به خاطر کاهش جریان نیتروژن به بافت‌ها و تغییر در فعالیت آنزیم‌هایی مثل نیترات ردوکتاز باشد (داودی فرد و همکاران، ۱۳۹۱). تنش شوری با کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک، نوعی خشکی فیزیولوژیک ایجاد می‌کند. این خشکی فیزیولوژیک می‌تواند باعث نابسامانی در فتوسیستم ۲ شده که همین امر با کاهش فلورسانس کلروفیل در ارتباط است (Hale *et al.*, 1987). همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان فلورسانس کمینه (F_0) افزایش و فلورسانس ماکزیمم (F_m) و عملکرد کوانتومی فتوسیستم ۲ کاهش یافته است. این نتایج با نتایج بررسی های عسکری و همکاران (۱۳۹۲) بر روی گیاه ذرت، مطابقت دارد. پس از قرار گرفتن برگ در مقابل نور تابانده شده، مراکز احیای فتوسیستم ۲ به تدریج بسته می‌شوند. به همین دلیل، در اولین ثانیه تابش نور به برگ، عملکرد فلورسانس کلروفیل افزایش یافته، فلورسانس از مقدار F_0 به حداکثر مقدار خود یعنی F_m افزایش می‌یابد. این افزایش نشان دهنده افزایش تدریجی عملکرد فلورسانس و کاهش سرعت واکنش‌های فتوشیمیایی است. سپس، مقدار فلورسانس به تدریج کاهش پیدا می‌کند و دلیل این کاهش می‌تواند مصرف انرژی توسط فتوسیستم ۲ باشد. به همین دلیل است که از F_m به بعد، فلورسانس یک روند نزولی را طی می‌کند (Baker and Rosenquist, 2004).

در این تحقیق، بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) نشان داد که بالاترین میزان پراکسیداز در رقم محلی گیلان و با سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و کمترین مقدار آن در رقم ICGV03060 و در شرایط عدم تنش شوری دیده شد. بررسی جدول تجزیه واریانس صفت پراکسیداز تحت تأثیر درصدهای مختلف شوری در ارقام بادام‌زمینی نشان داد که اثر رقم، شوری و اثر متقابل رقم در شوری در سطح احتمال یک درصد معنی-دار می‌باشد. همچنین جدول مقایسه میانگین اثرات ساده صفات در درصدهای مختلف شوری برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز نشان داد که اثر ساده شوری بر فعالیت آنزیم پراکسیداز بالاترین مقدار را در سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار و کمترین فعالیت آنزیم را در سطح بدون تنش نشان داد، که بیان می‌دارد با افزایش سطوح شوری، آنزیم پراکسیداز روندی افزایشی داشته است. همچنین اثر ساده رقم برای آنزیم پراکسیداز، بالاترین مقدار فعالیت را در رقم محلی گیلان و کمترین مقدار فعالیت را در رقم ICGV03060 نشان داد. آنزیم‌های پراکسیداز در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی نظیر کاتابولیسم اکسین، دفاع در برابر پاتوژن‌ها، اتصالات عرضی میان پروتئین‌های دیواره، برقراری پیوند میان ترکیبات دیواره سلولی، اکسیداسیون سینامیل الکل‌ها، سنتز و پلیمریزاسیون لیگنین و سوبرین نقش دارند (Aquino-Bolaños and Mercado-Silva 2004).

شوری با تولید گونه‌های فعال اکسیژن موجب القاء فعالیت پراکسیداز می‌شود (Higa *et al.*, 2001). در این بررسی شوری باعث افزایش فعالیت پراکسیداز شد (جدول ۲). Salwa و همکاران (2010) و Amruta و همکاران (2014) به این نتیجه رسیدند با افزایش سطوح شوری پراکسیداز افزایش می‌یابد. تحت شرایط تنش شوری مقدار جذب و ترکیب CO_2 به علت عدم بازشدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد، انرژی داخلی افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

جدول ۳- اثرات متقابل صفات مورد بررسی ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری

رقم	شوری	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b	کاروتنوئید	F_0	F_m	FV/Fm	پراکسیداز	فنل
		(mg/gfw)							($g^{-1}fw\ min^{-1}$)	(mg/gdw)
رقم محلی گیلان	۰	۳/۶۲^{ab}	۰/۹۱^{b}	٤/۵۳^{b}	۰/۰۸^{a}	۱۸۵/۳۳^{a}	۸۹۶^{a}	۰/۷۹^{b}	۰/۶۲۲۱^{c}	۳/۵۳^{d}
	۵۰	٤/۲۵^{a}	۱/۲٤^{a}	۵/۵^{a}	۰/۱۶^{a}	۱۶۷/۳۳^{b}	۸٤۳/۳۳^{b}	۰/۸۰^{a}	۰/۷۳٤۹^{c}	۳/۸۷^{d}
	۱۰۰	۳/۲۸^{b}	۰/۸۵^{b}	٤/۱٤^{b}	۰/۰۹^{a}	۱٤۹^{d}	۸۵۵/۳۳^{b}	۰/۸۲^{a}	۱/۰۰۹٤^{a}	۳/۸۰^{a}
	۱۵۰	۱/۲۷^{f}	۰/۲۸^{d}	۱/۵۵^{e}	۰/۰۱^{a}	۱۸٤/۳۳^{a}	۸۸٤/۳۳^{a}	۰/۸۰^{a}	۱/۳٤۵۸^{a}	٤/۹۸^{a}
ICGV96177	۰	۲/۸۷^{c}	۰/۷۵^{b}	۳/۶۳^{bc}	۰/۱۱^{a}	۱٤۳^{d}	۸۱۶^{c}	۰/۸۲^{a}	۰/٤٤۹۲^{d}	۳/۶۳^{d}
	۵۰	۱/۵۵^{e}	۰/۳٤^{d}	۱/۸۹^{d}	۰/۰۲^{a}	۱۵۹^{c}	۸۷۰/۳۳^{a}	۰/۸۱^{a}	۰/۵۸۰۸^{cd}	۳/۹۵^{bc}
	۱۰۰	۲/۸۳^{c}	۰/۸٤^{b}	۳/۶۸^{bc}	۰/۱۳^{a}	۱۸۹^{a}	۸۸۸^{a}	۰/۷۹^{b}	۰/۷٤۲٤^{c}	۶/۶۵^{b}
	۱۵۰	۱/۸۹^{e}	۰/۶۳^{bc}	۲/۵۳^{c}	۰/۱۰^{a}	۱۷۷/۶۷^{b}	۸۰۱^{d}	۰/۷۷^{c}	۰/۹۸۸۷^{ab}	۵/۲۲^{bc}
ICGV03060	۰	۲/۶۳^{cd}	۰/۷۶^{b}	۳/٤^{bc}	۰/۱۸^{a}	۱۶۹/۶۶^{b}	۸۷۳/۶۷^{a}	۰/۸۰^{a}	۰/۳۷۵۹^{d}	۵/۱۸^{d}
	۵۰	۲/٤۶^{d}	۰/۶۱^{bc}	۳/۰۹^{bc}	۰/۰۶^{a}	۱۵۵/۳۳^{c}	۸۱۸^{c}	۰/۸۱^{a}	۰/٤۵۸۶^{d}	۶/۲۲^{d}
	۱۰۰	۲/۳۹^{d}	۰/۵۵^{c}	۲/۹٤^{bc}	۰/۰۷^{a}	۱۵۷/۶۶^{c}	۸۳۹/۳۳^{b}	۰/۸۱^{a}	۰/۶۵۰٤^{c}	٤/۸۸^{b}
	۱۵۰	۱/۶٤^{e}	۰/٤۵^{c}	۲/۰۹^{c}	۰/۰۲^{a}	۱۹۲^{a}	۸۳٤^{b}	۰/۷۷^{c}	۰/۸۷۰۳^{d}	٤/۳۹^{c}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف یا حروف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۳- اثرات متقابل صفات مورد بررسی ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری

رقم	سطوح شوری	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b	کاروتنوئید
		(mg/gfw)			
رقم محلی گیلان	۰	۳/۶۲^{ab}	۰/۹۱^{b}	٤/۵۳^{b}	۰/۰۸^{a}
	۵۰	٤/۲۵^{a}	۱/۲٤^{a}	۵/۵^{a}	۰/۱٦^{a}
	۱۰۰	۳/۲۸^{b}	۰/۸۵^{b}	٤/۱٤^{b}	۰/۰۹^{a}
	۱۵۰	۱/۲۷^{f}	۰/۲۸^{d}	۱/۵۵^{e}	۰/۰۱^{a}
ICGV96177	۰	۲/۸۷^{c}	۰/۷۵^{b}	۳/٦۳^{bc}	۰/۱۱^{a}
	۵۰	۱/۵۵^{e}	۰/۳٤^{d}	۱/۸۹^{d}	۰/۰۲^{a}
	۱۰۰	۲/۸۳^{c}	۰/۸٤^{b}	۳/٦۸^{bc}	۰/۱۳^{a}
	۱۵۰	۱/۸۹^{e}	۰/٦۳^{bc}	۲/۵۳^{c}	۰/۱۰^{a}
ICGV03060	۰	۲/٦۳^{cd}	۰/۷٦^{b}	۳/٤^{bc}	۰/۱۸^{a}
	۵۰	۲/٤٦^{d}	۰/٦۱^{bc}	۳/۰۹^{bc}	۰/۰٦^{a}
	۱۰۰	۲/۳۹^{d}	۰/۵۵^{c}	۲/۹٤^{bc}	۰/۰۷^{a}
	۱۵۰	۱/٦٤^{e}	۰/٤۵^{c}	۲/۰۹^{c}	۰/۰۲^{a}

ادامه جدول ۳-

رقم	سطوح شوری	F_0	F_m	FV/Fm	پراکسیداز ($g^{-1}fw\ min^{-1}$)	فنل (mg/gdw)
رقم محلی گیلان	۵۰	۱۸۵/۳۳^{a}	۸۹٦^{a}	۰/۷۹^{b}	^{c}۰/٦۲۲۱	۳/۵۳^{d}
	۱۰۰	۱٦۷/۳۳^{b}	۸٤۳/۳۳^{b}	۰/۸۰^{a}	^{c}۰/۷۳٤۹	۳/۸۷^{d}
	۱۵۰	۱٤۹^{d}	۸۵۵/۳۳^{b}	۰/۸۲^{a}	^{a}۱/۰۰۹٤	۳/۸۰^{a}
ICGV96177	۰	۱۸٤/۳۳^{a}	۸۸٤/۳۳^{a}	۰/۸۰^{a}	^{a}۱/۳٤۵۸	٤/۹۸^{a}
	۵۰	۱٤۳^{d}	۸۱٦^{c}	۰/۸۲^{a}	^{d}۰/٤٤۹۲	۳/٦۳^{d}
	۱۰۰	۱۵۹^{c}	۸۷۰/۳۳^{a}	۰/۸۱^{a}	^{cd}۰/۵۸۰۸	۳/۹۵^{bc}
	۱۵۰	۱۸۹^{a}	۸۸۸^{a}	۰/۷۹^{b}	^{c}۰/۷٤۲٤	٦/٦۵^{b}
ICGV03060	۰	۱۷۷/٦۷^{b}	۸۰۱^{d}	۰/۷۷^{c}	^{ab}۰/۹۸۸۷	۵/۲۲^{bc}
	۵۰	۱٦۹/٦٦^{b}	۸۷۳/٦۷^{a}	۰/۸۰^{a}	^{d}۰/۳۷۵۹	۵/۱۸^{d}
	۱۰۰	۱۵۵/۳۳^{c}	۸۱۸^{c}	۰/۸۱^{a}	^{d}۰/٤۵۸٦	٦/۲۲^{d}
	۱۵۰	۱۵۷/٦٦^{c}	۸۳۹/۳۳^{b}	۰/۸۱^{a}	^{c}۰/٦۵۰٤	٤/۸۸^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف یا حروف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

یافته، ظرفیت انتقال الکترون فتوسنتز به طرف تجمع می‌رود و به دنبال آن افزایش غلظت ROS را خواهیم داشت که همین باعث پراکسیداسیون لیپیدها، تخریب پروتئین‌ها و اکسیداسیون DNA می‌شود. در این حالت پراکسیداز و کاتالاز به عنوان آنزیم‌های اکسیداتیو فعال‌تر می‌شوند (Hisao, 1973). اعمال تنش شوری سبب افزایش میزان فنل کل برگ های بادام زمینی شد. بیشترین افزایش در میزان فنل کل در عصاره برگ رقم محلی گیلان و کمترین میزان در رقم ICGV03060 مشاهده شد. در رقم ICGV96177 تا تیمار ۵۰ میلی مولار محتوای فنلی، تقریبا ثابت بوده و بعد از آن، روند افزایشی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

داشته است. محتوای فنل کل در رقم ICGV03060 در شوری ۵۰ میلی مولار ثابت بوده و در شوری ۱۰۰ میلی مولار افزایش یافته و در شوری ۱۵۰ میلی مولار از مقدار آن کاسته شده است (جدول ۳). در مطالعه حاضر، محتوای فنل کل در طی تنش شوری به طور معنی داری، در مقایسه با تیمار شاهد تغییر نشان داد. تنش‌های محیطی از قبیل تنش شوری ممکن است رشد گیاه را به علت کاهش سرعت فتوسنتز محدود کنند. تحت چنین شرایطی، ترکیبات فنلی بیشتری تولید می شود (Bryant *et al*., 1983). از طرف دیگر می‌توان نتیجه گرفت که گیاهان تحت تنش، مکانیسم‌های دفاعی خاصی را از قبیل افزایش محتوای فنل کل در برابر تنش اکسیداتیو به کار می‌گیرند. فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات فنلی عمدتاً ناشی از ویژگی اکسیداسیون– احیای آنها است که می‌تواند نقش مهمی در جذب و خنثی کردن رادیکال‌های آزاد داشته باشد (Joyce *et al*., 2005).

صراحی نوبر و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که اثر تنش شوری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار، روی ارقام شنبلیله (از گیاهان تیره بقولات) متفاوت است و در بعضی ارقام با افزایش شوری تا ۷۵ میلی مولار، فنل کل افزایش معنی‌داری یافته و در شوری ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار از میزان فنل کل به طور معنی‌داری کاسته شده است. این افزایش به این علت است که گروه‌های هیدروکسیل آزاد متصل به حلقه آروماتیک به وسیله جاروبگری رادیکال‌ها و سایر مکانیسم‌ها مانند فروکشی اکسیژن یکتایی و کلاته کردن فلز به وسیله باند شدن یون‌های سمی، آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از یون‌ها را کم کرده و به این ترتیب ساختارهای سیتوپلاسمی و کلروپلاستی را از تاثیرات منفی شوری محافظت می‌کنند (Apel and Hirt, 2004). Kanwal و همکاران (2013) با بررسی تنش شوری روی گیاه ماش (از تیره بقولات) مشاهده کردند که تیمار شوری روی گیاه ماش، باعث کاهش میزان ترکیبات فنلی در برگ گیاه پس از گذشت سی روز شده است. این کاهش می تواند ناشی از تخریب این ترکیبات در اثر واکنش با ترکیبات اکسیداتیو در شرایط شور باشد.

نتایج بررسی تنش شوری روی محتوای فنلی گیاه مریم گلی نیز مشابه این نتایج بود و محتوای فنلی پس از طی کردن روند افزایشی، در بالاترین غلظت شوری کاهش یافت (Valifard *et al*., 2014). بنابراین به طور کلی، افزایش محتوای فنل کل برگ ارقام بادام زمینی تحت تنش شوری، نشان دهنده این است که ترکیبات فنلی، ممکن است به عنوان بخشی از سیستم آنتی اکسیدانی برای جمع آوری ROS عمل کنند. با وجود القای سنتز ترکیبات فنلی در تیمار شوری، تنش‌های شدید شوری می‌تواند اثر منفی روی ویژگی‌های آنتی اکسیدانی گیاهان داشته و باعث کاهش ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی اکسیدانی شود (Sidsel Fiskaa *et al*., 2009).

نتیجه‌گیری:

از آنجایی که افزایش سطح شوری می‌تواند سبب کاهش فتوسنتز خالص شود، بنابراین کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ و همچنین میزان عملکرد دانه گیاه بادام زمینی نیز کاهش می-یابد. به همین دلیل باید شرایطی فراهم شود که بتوان حداکثر کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ و به تبع آن عملکرد دانه را داشت. یک راه حل در این رابطه، استفاده از ارقامی است که شاخص کلروفیل بزرگتر و کارایی فتوشیمیایی بیشتر و در نهایت عملکرد بیشتری را در شرایط تنش شوری زیاد دارا هستند. مقایسه میانگین موجود در این پژوهش نشان داد که رقم محلی گیلان بیشترین شاخص کلروفیل، نسبت بالای کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲ و بیشترین سطح آنتی‌اکسیدان را نسبت به دو رقم دیگر داشت و بر اساس پارامترهای اندازه گیری شده، می توان این رقم را به عنوان متحمل‌ترین رقم نسبت به شوری معرفی کرد.

منابع:

داوودی فرد، م.، حبیبی، د.، داودی فرد، ف. (۱۳۹۱) بررسی اثر تنش شوری بر پایداری غشاء سیتوپلاسمی، میزان کلروفیل و اجزاء

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

عملکرد در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک. مجله زارعت و اصلاح نباتات ۸: ۸۶-۷۱.

صراحی نوبر، م.، نیکنام، و.، مرادی. ب. (۱۳۸۹) اثر تنش شوری بر محتوای پروتئین، رنگیزه‌ها، قندها و ترکیبات فنلی در کشت بافت چند گونه از شنبلیله‌های ایران، مجله علوم دانشگاه تهران ۳۶: ۵۹-۵۳.

عبدزاد گوهری، ع.، امیری، م.، مجد سلیمی، ک. (۱۳۹۰) ارزیابی عملکرد و کارایی مصرف آب در بادام زمینی تحت سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژن. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۵: ۱۰۰٤-۹۹٤.

عسکری، م.، مقصودی مود، ع. ا.، صفاری، و.ر. (۱۳۹۲) بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت (*Zea mays L.*) تحت شرایط تنش شوری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۳ : ۱۰۳ – ۹۳.

کافی، م.، کامکار. ب.، مهدوی دامغانی، ع.م. (۱۳۸۲) واکنش‌های گیاهان زراعی به محیط رشد. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Apel, K. and Hirt, H. (2004) Reactive oxygen species: Metabolism, Oxidative stress and signal transduction. Annual Review of Plant Biology 55:373-399.

Amirjani, M. R., Iranbakhsh, A. and Abnosi, M. H. (2009) Molecular mechanism of photosynthesis. Arak University, P. o. Box 38156.

Amruta, S., Ashutosh, V., Ritu, M. and Pushpa, R. (2014) Changes in activity of Enzymes Involved in Maintaining ROS in ground nut during Salt Stress. Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences 2: 1-6.

Andrews, J. R., Fryer, M. J. and Baker, N. R. (1995) Characterization of chilling effect on photosynthetic performance of maize crops during early season growth using chlorophyll fluorescence. Journal of Experimental Botany 46: 1195-1203.

Aquino-Bolaños, E. N. and Mercado-Silva, E. (2004) Effects of polyphone oxidase and peroxides activity, phenolics and lignin content on the browning of cut jicama. Postharvest Biology and Technology 33: 275-283.

Arnon, A. N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal 23:112-121.

Baker, N. R. and Rosenquist, E. (2004) Applications of chlorophyll fluorescence improves crop production strategies: An examination of future possibilities. Journal of Experimental Botany 55: 607-621.

Bakhshi, D. and Arakawa, O. (2006) Induction of phenolic compounds biosynthesis with light irradiation in the flesh of red and yellow apples. Journal of Applied Horticulture 8(2): 101-104.

Beauchamp, C. and Fridovich, I. (1971) Superoxide dismutase: Improved assay and an assay applicable to acryl amide gels. Analytical Biochemistry 44 (1): 276-287.

Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagestedt, K. V. (2003) Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. Annals Botanical 91:179-194.

Bryant, J. P., Chapin, F. S. and Klein, D. (1983*)* Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. Oikos 40:357–368.

David, L., Jordan, B., Beam, P., Dewayne Johnson, J. and Spears, F. (2001) Peanut response to prohexadione calcium in three seeding rate, row pattern planting system. Agronomy Journal 93: 232- 236.

Genty, B., Briantais, J. M. and Baker, N. R. (1989) The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. Biochemical et biophysical Acta 990: 87-92.

Hale, M. C. and Oreuh, D. M. (1987) The Physiology of Plant Under Stress. Jon Wiley & Sons, London.

Hajar, A. S., Helkal, M. M., Maghrabi, Y. M. and Abuzinadah, R. A. (1993) Responses of *Arachis hypogaea* (peanut) to salinity stress. Journal of King Abdulaziz University Science 5: 5-13.

Hammerschmidt. R., Nuckler, E. M. and Kuc, J. (1982) Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenaricum*. Plant Physiology 20: 73-82.

Higa, A., Hidaka, T., Minai, Y., Matsuka, Y., Haga, M. (2001) Active oxygen radicals induce peroxidase activity in rice blade tissues. Bioscience Biotechnology and Biochemistry 65: 1852-1855.

Hisao, T.C. (1973). Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology 24: 519-570.

Joyce, C., Pennycooke, S. and Stushnoff, C. (2005) Relationship of cold acclimation, total phenolic content and antioxidant capacity with chilling tolerance in petunia. Environmental and Experimental Botany 53: 225-232

Paknejad, F., Nasri, M. and Tohidi Moghadam, H. R. (2007) Effects of drought stress on chlorophyll florescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. Journal of Biological Science 7: 841-847.

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

Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. (2001) Water stress tolerance of wheat *Triticum aestivum* L.: Variation in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotype. Journal of Agronomy and Crop Science 186: 63-70.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]

Sam, O., Ramírez, C., Coronado, M. J. and Testillano, P. S. (2003) Changes in tomato leaves induced by NaCl stress: leaf organization and cell ultra-structure. Biological Plant 47: 361-366.

Salwa, A. R., Hammad, Kh. A., Shaban, F. and Manal, F. (2010) Studies on Salinity Tolerance of Two Peanut Cultivars in Relation to Growth, Leaf Water Content. Some Chemical Aspects and Yield. Journal of Applied Sciences Research 6: 1517-1526.

Sidsel Fiskaa, H., Grethe, I., Borge, A., Knut, A. and Gunnar, B. (2009) Effect of cold storage and harvest data on bioactive compound in curly kale (*Brassica oleracea* L. var. acephala). Potharvest. Biological Technology 51:36-42

Sairam, R. K., Chandrasekhar, V. and Srivastava, G. C., (2001) Comparison of hexaploid and tetraploid wheat cultivars in their response to water stress. Biologia Plantarum, 44: 89-94.

Slinkard, K. and Singleton, V. L. (1977) Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. American Journal Enology and Viticulture 28: 49-559.

Srivastava, N., Vadez, V., Krishnamurthy, L., Saxena, K. B., Nigam, S. N. and Rupakula, A. (2007) Screening for salinity Tolerance in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) and Pigeon pea (*Cajanus cajan*). Proceeding of The Fourth International Food Legumes Research Conference (IFLRC-IV) 1:1-13.

Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B. and Rowshan, V. (2014) Effects of salt stress on volatile compounds, Total phenolic content and antioxidant activities of Salvia mirzayanii. South African Journal of Botany 93: 92–97

Wang, W. X., Barak, T., Vinocur, B., Shoseyov, O. and Altman, A. (2003) Abiotic resistance and chaperones: possible physiological role of SP, a stable and stabilizing protein from *Populus*. In: Plant biotechnology 2000 and beyond (ed. Vasil, J. K.). Pp. 439-443. Kluwer, Dordrecht,

Zhao, G. Q., Ma, B. L. and Ren, C. Z. (2007) Growth, Gas Exchange, chlorophyll fluorescence, and ion content of naked oat in response to salinity. Journal of Crop Science 4: 123-131.

Zhu, J. K. (2001) Plant salt tolerance. Trends in Plant Science 6: 66-71.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.16.4]