تأثیر آزومیت روی رشد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ریحان تحت تنش شوری

قادر رستمی و محمد مقدم*

گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰٤/۲٤، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٦/۰۷/۱۲)

چکیده

به منظور بررسی اثرات تعدیل‌کنندگی آزومیت بر شدت تنش شوری در گیاه دارویی ریحان، آزمایشی گلدانی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تنش شوری در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) و کاربرد آزومیت بصورت مخلوط با خاک قبل از کشت در چهار سطح (۰، ۳، ٦ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک) بودند. صفات رویشی گیاه از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌فرعی، طول گل‌آذین، طول برگ و وزن تر و خشک برگ با افزایش میزان تنش شوری کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. کاربرد آزومیت به میزان ۹ گرم در کیلوگرم خاک در سطوح بالای تنش سبب بهبود این صفات نسبت به گیاهان شاهد گردید. همچنین بیشترین میزان کلروفیل a برگ در گیاهان بدون تیمار شوری و تنش شوری ۵۰ میلی‌مولار با کاربرد ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک به ترتیب به میزان ۸/۵۳ و ۷/٤۸ میلی‌گرم/گرم وزن تر برگ بدست آمد. بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۹۰ درصد)، فنل کل (۰/۹۳ میلی‌گرم/گرم وزن تر) و پرولین (۰/٤ میلی‌گرم/گرم وزن خشک) در تیمار تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و کاربرد ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک مشاهده گردید. همچنین بیشترین محتوای رطوبت نسبی برگ نیز در شرایط عدم تنش شوری (شاهد) و کاربرد ۹ گرم آزومیت حاصل شد. به نظر می‌رسد که مصرف آزومیت به عنوان یک ماده طبیعی هم راستا با کشاورزی پایدار در شرایط تنش شوری می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و بهبود خصوصیات بیوشیمیایی ریحان شود.

کلمات کلیدی: محتوای کلروفیل، ریحان، شوری، شاخص‌های رشد

مقدمه:

ریحان (*Ocimum basilicum*) یکی از گیاهان مهم متعلق به تیره نعناعیان (*Lamiaceae*) است که به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ozcan *et al*., 2005). ریحان گیاهی یکساله، علفی، معطر، ایستاده، تقریبا بدون کرک و به ارتفاع ۳۰-٦۰ سانتی‌متر می‌باشد (امید بیگی، ۱۳۸٤). اسانس آن در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bowes and Zheljazkov, 2004) . این گیاه دارای ترکیبات فنلی بسیار متنوعی می‌باشد که در بین آنها رزمارینیک اسید بیشترین فراوانی را دارد (Javanmardi *et al*., 2002). ترکیبات فنلی این گیاه از خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار هستند (Javanmardi *et al*., 2003).

شوری یکی از مهمترین عوامل محیطی است که باعث کاهش رشد، توسعه و تولید گیاهان در سراسر دنیا می‌شود (Sevengor *et al*., 2011). آثار ناشی از تنش شوری در گیاهان شامل سمیت یونی، تنش اسمزی، کمبود عناصر معدنی، اختلالات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی می‌شود (Munns *et al*., 2002).

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: moghaddam75@yahoo.com m.moghadam@um.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

پتانسیل اسمزی کم محلول خاک و غلظت زیاد املاح موجود در خاک که عامل سمیت و به هم‌زدن تعادل یون‌ها یا کمبود تغذیه‌ای در گیاه هستند، به طور بالقوه برای گیاه خطرناک می باشند و باعث افزایش یون‌های سدیم و کلر در خاک و جذب بیش از حد مورد نیاز در گیاه می‌شوند (Mass, 1993). یون های سدیم و کلر به طور معمول شایع‌ترین یون‌های موجود در خاک‌ها و آب‌های شور هستند. هر دوی آن‌ها می‌توانند روی گیاهان آثار مضری داشته باشند (Ashraf and McNilly, 1990). پژوهش‌ها نشان داده که تجمع یون سدیم در اندام هوایی گیاهان تحت تاثیر تنش شوری سبب کاهش سطح برگ، کاهش فتوسنتز و کاهش رشد گیاهان می‌گردد (Steduto *et al.*, 2000). ریحان تا حدودی متحمل به تنش شوری است اما تنش شوری باعث کاهش رشد و عملکرد آن می‌شود (رستمی و همکارن، ۱۳۹۷). Heidari (۲۰۱۲)، در مطالعه خود روی اثر تنش شوری در ریحان گزارش نموده است که تنش شوری شدید بطور معنی-داری خصوصیات رشدی و محتویات کلروفیلی را کاهش و ترکیبات اسمزی را افزایش می‌دهد. افزایش شوری باعث کاهش در وزن خشک ریشه در دو گیاه زیره سبز و سنبل الطیب شد (سلامی و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین، شوری موجب اختلال در تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیک گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. شوری سبب کاهش فعالیت‌های متابولیک گیاه از جمله فتوسنتز شده و از رشد گیاه در این محیط‌ها می‌کاهد و به علاوه سبب کاهش و به تاخیر افتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک و گاهی اوقات نابودی رستنی‌های مناطق خشک و نیمه خشک می‌گردد (عبدمیشانی و بوشهری، ۱۳۷۲). در پژوهش انجام شده توسط سارانی و همکاران (۱۳۹۲) شوری سبب کاهش مقادیر کلروفیل a و b در دو جنس بابونه شده است. در آزمایشی، نجفی و میرمعصومی (۱۳۷۸) گزارش کردند که با افزایش شوری، پارامترهای رشدی و سرعت فتوسنتز در گیاه مرزه کاهش می‌یابد. در آزمایشی ارچنگی و همکاران (۱۳۹۱) اظهار داشتند که افزایش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و تعداد برگ در گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenumgracum*) می‌شود. کاهش رشد گیاهان تحت تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش یافتن و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاهان باشد که نهایتا باعث کاهش منابع انرژی در گیاه می-شود (Gorham, 1995).

شوری ممکن است به طور مستقیم بر جذب عناصر غذایی اثر گذاشته و به واسطه مجموعه‌ای از فرآیندهای پیچیده، نیاز غذایی و سوخت و ساز گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (El-Fouly *et al.*, 2011). در خاک‌های شور، پتانسیل کم آب همراه با تاثیر سوء بعضی از یون‌ها نظیر بی‌کربنات، بر و به ویژه سدیم به علت افزایش نسبت Na/Ca، Na/K، Mg/Ca و Cl/NO_3 در گیاه و اختلال در تعادل عناصر غذایی، سبب کاهش عملکرد می‌گردد. از روش‌های مقابله با شوری می‌توان به اصلاح و بهسازی خاک اشاره کرد (Mallanagouda, 1995). آزومیت (Azomite) یک نوع خاک معدنی و یکی از نادرترین مواد معدنی دنیاست که استفاده از آن در بخش کشاورزی تأثیرات شگرفی را بر روی گیاهان به همراه دارد (Yarrow, 200). بر خلاف کودهای شیمیایی که شامل تعداد عناصر محدودی هستند این ماده معدنی حاوی بیش از ٦٠ نوع عنصر از قبیبل عناصر مغذی ماکرو و میکرو و نیز عناصر نادر و کمیابی است که تمام آنها به بازگشت خاک به چرخه طبیعی خود کمک می‌کنند و به این وسیله خاک اصلاح و احیا می-شود. همچنین ظرفیت بالای تبادل یونی این خاک باعث می‌گردد که خاک مقدار عناصر زیادی را در خود ذخیره نماید. مهمترین خصوصیت خاک آزومیت جذب تدریجی و صددرصدی آن است، علاوه بر این برخلاف کودهای شیمیایی مواد مغذی را به آرام، پیوسته و طبیعی آزاد می‌نماید و در اختیار گیاه قرار می‌دهد و گیاه در زمان نیاز از آن استفاده می نماید. به علاوه این ماده معدنی به دلیل داشتن pH طبیعی برخلاف کودهای شیمیایی در این زمینه اختلالی ایجاد نمی‌کند و به تنظیم به pH خاک کمک می‌نماید (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۵؛ Yarrow, 2000). مطالعات قبلی نشان داد آزومیت به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

دلیل داشتن طیف کاملی از عناصر مفید باعث تولید محصولی با ارزش غذایی و سطح بریکس (قند) بالاتری نسبت به محصولاتی که از کود شیمیایی برای تولید آن استفاده شده است می‌گردد (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۵ ;Yarrow, 2000). طاهری اعظم (۱۳۸۹) در پژوهش خود این نکته اشاره کرده است که کشاورزی ارگانیک تمام جنبه‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی تولید مواد غذایی سالم را در بر می‌گیرد. در سیستم‌های ارگانیک از منابع به شیوه موثرتری استفاده شده و این امر منجر به صرفه جویی در انرژی و تولید محصول بیشتر می‌شود. بنابراین آزومیت به عنوان یک خاک طبیعی و ۱۰۰ درصد ارگانیک و با بیش از ٦٧ عنصر معدنی، تمامی عناصر معدنی مورد نیاز گیاه را دارا می‌باشد (Yarrow, 2000). آزومیت علاوه بر تامین نیازهای تغذیه‌ایی گیاه یک بهبود دهنده و اصلاح کننده خاک زراعی نیز است. با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی، یکی از نکات حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه‌ها، افزایش تولید زیست توده آنها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی اعم از کودهای شیمیایی یا سموم دفع آفات و علف‌های هرز می‌باشد. لذا با توجه به لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط زیست، این پژوهش با هدف بررسی اثر آزومیت در تعدیل اثرات تنش شوری روی خصوصیات رشدی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه دارویی ریحان انجام شد. کاربرد آزومیت می‌تواند در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز کمک به بهبود رشد ریحان بسیار حائز اهمیت باشد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر کاربرد آزومیت با نام تجاری هربان (در ایران) بر رشد، صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی ریحان تحت تنش شوری در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. این کود معدنی به غیر از نمونه مورد استفاده در این پژوهش در حال حاضر نمونه مشابه داخلی دیگری ندارد و تنها در دنیا محصول آمریکایی بنام AZOMITE مشابه این محصول می‌باشد. نتایج آنالیز موجود در خاک آزومیت مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. مهمترین ویژگی آزومیت این است که این کود معدنی بطور آهسته و تدریجی مواد مغذی را آزاد و در اختیار گیاه قرار می‌دهد. به این ترتیب گیاه هر زمان که نیازمند مواد مغذی باشد می‌تواند از آنها استفاده کند. از دیگر ویژگی های مهم این محصول می‌توان به قابلیت آن در اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، تنظیم pH خاک، افزایش میکروارگانیسم‌های مفید خاک زی، ظرفیت یونی بالا و حفظ رطوبت خاک اشاره کرد (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۵). آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول در سه سطح مقادیر مختلف کلرید سدیم (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) به صورت محلول در آب آبیاری بود و فاکتور دوم شامل استفاده از آزومیت با ٤ سطح (۰، ۳، ٦ و ۹ گرم در کیلوگرم خاک گلدان) بصورت مخلوط با خاک قبل از کاشت بود. در این آزمایش از بذور اصلاح شده ریحان رقم کشکنی‌لولو استفاده شد. بذور در گلدان‌های از جنس پلاستیک به ارتفاع ٤٠ و قطر دهانه‌ی ۳۰ سانتی‌متری و دارای زهکشی مناسب به صورت کپه‌ایی در عمق یک سانتی‌متری خاک و در ٤ نقطه از گلدان در اوایل اردیبهشت‌ماه کاشته شدند. پس از سبز شدن بذور، در مرحله دو برگی تنک کردن صورت گرفت، به طوری که در هر نقطه یک گیاهچه سالم (چهار بوته در هرگلدان) از بین آنها انتخاب شد. اعمال تنش شوری همراه با آب آبیاری وقتی که گیاهان به مرحله ۸ برگی رسیدند به مدت ٤ هفته (تا زمان گلدهی) انجام شد. برای جلوگیری از تجمع نمک، هفته‌ایی یکبار آبیاری با آب معمولی صورت گرفت به صورتی که آب از ته گلدان زهکشی شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش به شرح زیر بود:

شاخص‌های رشد: صفات مورفولوژیکی و عملکردی شامل ارتفاع بوته، طول گل‌آذین، تعداد شاخه‌فرعی، طول و عرض برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه بررسی شد.

محتوای کلروفیل (a، b، کلروفیل کل و کارتنوئید): برای

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

جدول ۱- نتایج آنالیز موجود در خاک آزومیت

عناصر	غلظت (ppm)	عناصر	غلظت (ppm)	عناصر	غلظت (ppm)
Ag	۰/۲	Cs	۷/۲	Pb	۱٤
Al	۸۱۰۹٤	Cu	۲٥	S	۲۷٦۲
As	٦	Fe	٤۲۸۰۲	Se	۰/٥>
B	۱٥۰	Gd	٤/۰۱	Sn	۲/٦
Ba	٥۷۱	K	٤٦۰٥۸	Ti	٦۰٥۳
Be	۲/۱	La	۲٤	U	۲/٦
Bi	۰/۲	Mg	%۲<	V	۱۳۳
C	۱٦۰۰	Mn	۷۲۳	Zn	۷۳
Ca	٤۲٦۳۰	Mo	۰/٦٦	Zr	۷٦
Cd	۰/۲۳	Na	٤۷۰۹	N	%۱/٦
Ce	٥۲	Ni	۳۱	PH	۸/۰٥
Co	۱٤/٥	O	٦۳۲٥	EC	dsm۱/۳۸
Cr	۸۰	P	۷۰٦		

اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل و کاروتنوئید از روش Lutts و همکاران (۱۹۹٦) استفاده شد. درنهایت مقدار کلروفیل با استفاده از روابط زیر به دست آمد.

$CHLa = 15.65A_{666} - 7.340A_{65}$

$CHLb = 27.05\ A_{653} - 11.21\ A_{666}$

$CHLx+c = 1000\ A_{470} - 2.860\ CHLa - 129.2\ CHLb$

$CHLt = CHLa + CHLb + CHLx+c$

میزان کلروفیل a : $CHLa$، میزان کلروفیل b: $CHLb$، کاروتنوئید کل: $CHLx+c$، کلروفیل کل: $CHLt$

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ (Antioxidant activity) براساس روش Moon و Terao (۱۹۹۸) انجام شد. درصد بازداری از DPPH با مقایسه نمونه‌های عصاره و نمونه کنترل و استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$AA= 1-A_{517}/ A_{517}\times100$

فنل کل: جهت اندازه‌گیری فنول کل از روش Singleton و Rossi (۱۹٦٥) استفاده گردید. و برای اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول از روش Keles و Oncel (۲۰۰٤) و برای پرولین از روش Bates و همکاران (1973) استفاده گردید.

میزان پرولین موجود بر حسب میکرومول در هر گرم وزن خشک از رابطه زیر محاسبه گردید:

= میکرومول پرولین در هر گرم وزن خشک

/میزان تولوئن مصرفی (میلی¬لیتر) × میکروگرم پرولین در هر میکروگرم بر مول ۱۱٥/۱۷ میلی¬لیتر

نشت الکترولیت: جهت تعیین پایداری غشا سلول‌های برگی، از روش Marcum (۱۹۹۸) استفاده شد. در نهایت نشت الکترولیت از طریق رابطه زیر محاسبه گردید.

$EL=(E1/E2)\times100$

محتوای رطوبت نسبی برگ: جهت بررسی وضعیت آب گیاه و برای اندازه‌گیری میزان محتوای رطوبت نسبی برگ (Relative Water Content) از روش Barrs و Weaterey (۱۹٦۲) استفاده گردید. برای تعیین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ از فرمول زیر استفاده شد:

$RWC\% = [(FW-DW)/ (TW-DW)] \times۱۰۰$

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار JMP8 مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری و کاربرد آزومیت بر برخی صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول گل آذین	تعداد شاخه فرعی	طول برگ	عرض برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه
تنش شوری	۲	۱۲۹/۸٦**	۲۷۳/۸۱**	۲۷۰/۷۵**	۱۳/۳۸**	٤/۳۳**	٦۹۹/۵۸**	۲۰/۸۰**	۱۰۷/۱۲**	٤۷/٦۰**
آزومیت	۳	۸۵٤/۱۱**	۱۱۳/۵۱**	٦۰۸/۲۵**	۸/۷۵**	۲/۸۲**	۵۲/۹٦**	۹/۳۲**	٦۱/٤۹**	۱۱/۲۲**
تنش×آزومیت	٦	۱۰۳/۹۷**	۱٤/٦۸**	۱۲/۷۵**	۰/۵۸**	^{ns}۰/۲۵	۲۳/٦۰**	۰/۸۵**	^{ns}۱/۰٦	^{ns}۱/۸۱
خطا	۲٤	٤/۸٦	۱/۰۲	۱/۲۵	۰/۰۳	۰/۱٤	۱/٤۱	۰/۱۵	۰/٤۹	۰/۳۸

^{ns}، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری و کاربرد آزومیت بر برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	فعالیت آنتی اکسیدانتی	فنل کل	کربوهیدرات کل	پرولین	رطوبت نسبی برگ	نشت یونی
تنش شوری	۲	۲۱/٤۳**	٤۳/۷۷**	۱۱۷/۵۷**	۷۲۵۰/٦۷**	۰/۵۷**	۱/۸۳**	۰/۱۹**	۸۵٤٤/۳٦**	٦٦٦۱/۷٤**
آزومیت	۳	۲۸/٦۵**	۳۱/۸۹**	۱۲۰/۸۹**	۸۳۱/۱۱**	۰/۱٤**	۰/۹۳**	۰/۰٤**	۵۳۸/۱۰**	۳٦٦/۱۸**
تنش×آزومیت	٦	۱/٤۵*	۱٤/٤۲**	۱۹/۳۹**	۲۹**	۰/۰۰۷**	۰/۲۹**	۰/۰۰۲**	۸/۵٤**	۲۷/۸۲**
خطا	۲٤	۰/۵۰	۲/۱٦	۱/۸۵	۳/۱٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۳	۱/۸۹	۳/۱۸

^{ns}، * و **، به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج:

اثر ساده تنش شوری و کاربرد آزومیت روی تمامی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تنش شوری و کاربرد آزومیت به غیر از عرض برگ و وزن تر و خشک ساقه در بقیه صفات مورفولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شد. همچنین، اثر متقابل تنش شوری و کاربرد آزومیت بر میزان کلروفیل b و کل، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل، کربوهیدرات کل، میزان پرولین، محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC) و نشت الکترولیت در سطح احتمال یک درصد و بر میزان کلروفیل a در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری را نشان دادند (جداول ۲ و ۳).

صفات رویشی: شاخص‌های رشدی در گیاه دارویی ریحان با افزایش سطوح تنش شوری به شدت کاهش یافتند. همچنین کاربرد آزومیت در هر سطح تنش باعث تعدیل اثرات سوء تنش شوری بر این صفات گردید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای شوری و کاربرد آزومیت بر شاخص‌های رشدی مورد مطالعه ریحان، بیشترین ارتفاع گیاه (۷٤ سانتی‌متر)، طول گل‌آذین (۲۳ سانتی‌متر)، تعداد شاخه فرعی (۳٦ عدد)، طول برگ (٦/۱٦ سانتی‌متر)، وزن تر برگ در بوته (۲۷/۱٦ گرم) و وزن خشک برگ در بوته (۵/۸۷ گرم) در تیمار بدون تنش شوری (شاهد) با کاربرد ۹ گرم آزومیت در کیلوگرم خاک، مشاهده شدند. کمترین میزان شاخص‌های رشدی تحت تنش شوری شدید (۱۰۰ میلی‌مولار) و عدم کاربرد آزومیت به دست آمدند (جدول ٤).

عرض برگ، وزن تر و خشک ساقه: مقایسه میانگین اثر ساده تنش شوری نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک ساقه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و کاربرد آزومیت بر صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی ریحان

تنش (میلی مولار)	آزومیت (گرم بر کیلوگرم خاک)	ارتفاع (سانتی‌متر)	طول گل‌آذین (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی(عدد)	طول برگ (سانتی‌متر)	وزن تر برگ (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)
۰	۰	٤۰^{de}	۱۱/۵۰^{de}	۱۲^{g}	۲/۹۹^{g}	۱۵/۳۷^{c}	۲/۲۵^{c}
	۳	۵٤/٦٦^{c}	۱٤^{c}	۲۱^{e}	۳/۵۰^{e}	۱۵/۲۷^{c}	۲/٦۲^{c}
	٦	۵٤/٦٦^{c}	۱۸/٦٦^{b}	۲۸^{c}	٤/۲۵^{c}	۲۰/۱^{b}	۳/٤۹^{b}
	۹	۷٤^{a}	۲۳^{a}	۳٦^{a}	٦/۱٦^{a}	۲۷/۱٦^{a}	۵/۸۷^{a}
۵۰	۰	۳٤^{f}	۱۰/٦٦^{def}	۱۲^{g}	۳/۳۳^{ef}	٦/۲۲^{def}	۰/۷۵^{de}
	۳	٤۳/۳۳^{d}	۱۲/۳۳^{cd}	۱۸^{f}	۳/۰۳^{fg}	٦/۹٤^{de}	۰/۹۳^{de}
	٦	٤۳^{d}	۱۰/۳۳^{ef}	۲۵^{d}	۳/۸۳^{d}	۷/۵۲^{d}	۱/۲۵^{d}
	۹	٦۰/٦٦^{b}	۱۹^{b}	۳۱^{b}	۵/۲۰^{b}	۷/۳۸^{d}	۲/۳٦^{c}
۱۰۰	۰	۲۸^{g}	٤/۲۵^{i}	۸^{h}	۱/۹۲^{i}	٤/۵۰^{f}	۰/۵۰^{e}
	۳	۳۲/٦٦^{f}	۷^{h}	۱۲^{g}	۱/۵۰^{j}	۵/۰۵^{ef}	۰/۹۰^{de}
	٦	٤۱/۳۳^{de}	۸/۳۳^{gh}	۱۸^{f}	۲/۵۰^{h}	٦/۰۳^{def}	۱/۳٤^{d}
	۹	۳۸/۳۳^{e}	۹/٦٦^{fg}	۲۲^{e}	۳/۰۳^{fg}	۷/۳٦^{d}	۲/۱۸^{c}

حروف غیرمشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد بیانگر اختلاف معنی‌دار است

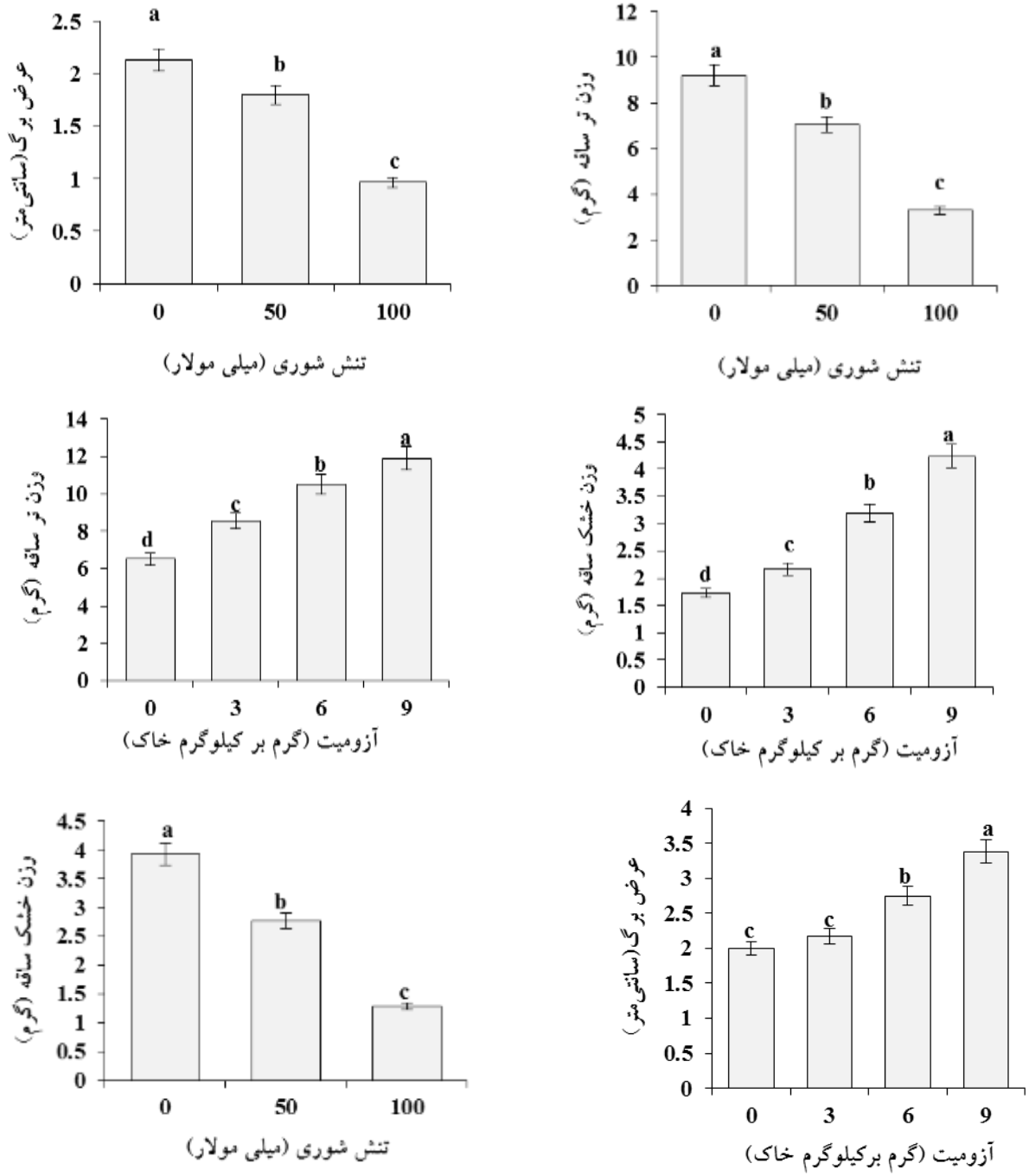
و همچنین، بیشترین عرض برگ به ترتیب ۱۱/۲۱ (گرم)، ۳/۹۱ (گرم) و ۲/۱۳ (سانتی‌متر) در تیمار شاهد (بدون تنش شوری) و کمترین میزان در تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بدست آمد (شکل ۱). همچنین اثرات ساده آزومیت نشان داد که با افزایش مقدار آن در خاک میزان عرض برگ، وزن تر و خشک ساقه افزایش می‌یابد؛ بیشترین مقدار عرض برگ، وزن تر و خشک ساقه در کاربرد ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک حاصل شد (شکل ۱).

کلروفیل a، b و کل: میزان کلروفیل a در سطوح مختلف تنش شوری به کاربرد آزومیت پاسخ متفاوتی نشان داد؛ ولی در مجموع کاهش مقدار این صفت با افزایش تنش شوری معنی دار بود. به طوری که، بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد (۸/۵۳ میلی‌گرم/گرم وزن تر) با کاربرد ۹ گرم آزومیت مشاهده شد. ضمن اینکه این تیمار با تیمار تنش ۵۰ میلی‌مولار نفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین لازم به ذکر است که در سطوح پایین تنش شوری (۵۰ میلی‌مولار) کاربرد ۹ گرم آزومیت در کیلوگرم خاک نتیجه بهتری نسبت به سطح پایین آزومیت داشت. بیشترین میزان کلروفیل b و کل با کاربرد ۹ گرم آزومیت در شرایط بدون تنش شوری حاصل شد. همچنین افزایش میزان تنش شوری موجب کاهش این صفت گردید. همان طور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود با افزایش تنش شوری سطوح مختلف آزومیت بویژه سطح ۹ گرم آن اثر به سزایی در افزایش میزان کلروفیل a و کل داشته است (جدول ۵).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنل کل: مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش تنش شوری میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی و فنل کل افزایش معنی‌داری یافت. بطوری که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۹۰ درصد) و فنل کل (۰/۹۳ میلی‌گرم/گرم وزن تر) در تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و کاربرد ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک حاصل گردید که نسبت به گیاهان شاهد (عدم تنش و عدم استفاده از آزومیت) حالت افزایشی نشان داده است. از سوی دیگر کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۲۳/۵ درصد) و فنل کل (۰/۲۱ میلی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]



شکل۱- اثر اصلی تنش شوری و کاربرد آزومیت بر میزان عرض برگ، وزن تر و خشک ساقه ریحان. حروف غیر مشابه روی ستون‌ها نشان دهنده معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها در سطح پنج درصد می‌باشد.

گرم/گرم وزن تر) در شرایط بدون تنش شوری و عدم کاربرد آزومیت حاصل شد (جدول ۵).

کربوهیدارت کل و پرولین: اثرات اصلی و متقابل تنش شوری و آزومیت بر کربوهیدرات کل و میزان پرولین ($p < 0.01$) اثر معنی‌دار داشتند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان کربوهیدرات کل در تنش شوری ۵۰ (۱/۸۷ میلی‌گرم/گرم وزن تر) و ۱۰۰ میلی‌مولار (۱/۸۸ میلی گرم/گرم وزن تر) است. به‌طوری که، بین این دو سطح تفاوت معنی‌داری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

جدول۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش شوری و کاربرد آزومیت بر برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی ریحان

تنش شوری (میلی مولار)	آزومیت	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	فعالیت آنتی اکسیدانی (٪)	فنل کل	کربوهیدرات کل	پرولین	RWC (%)	نشت یونی (٪)
		(mg/g FW)				(mg/g FW)		(mg/g DW)		
۰	۰	۳/۳۶^{d}	٤/۱۱^{bcde}	۷/٤۸^{e}	۲۳/۵۰^{h}	۰/۲۱^{g}	۰/۵۱^{h}	۰/۰۲^{g}	۷٤^{d}	۲۲/٤۱^{h}
	۳	۳/۹۵^{cd}	۵/۱۰^{bcd}	۹/۰٦^{de}	۲٦/۳۳^{h}	۰/۲٤^{fg}	۰/٦۰^{gh}	۰/۰۳^{g}	۷۷^{c}	۱۹/٤۸^{hi}
	٦	٦/۰۲^{b}	٦/۱۰^{b}	۱۲/۱۰^{c}	۲۹/٦٦^{g}	۰/۳۰^{f}	۰/٦٦^{fg}	۰/۰۸^{f}	۸۰^{b}	۱٦/۷۳^{ij}
	۹	۸/۵۳^{a}	٦/٤۵^{b}	۱٤/۹۸^{b}	٤۱^{f}	۰/۳۸^{e}	۰/۸۰^{ef}	۰/۱۱^{f}	۸۹^{a}	۱۳/۹۱^{j}
۵۰	۰	۳/۵۰^{cd}	٤/۰۱^{bcde}	۷/۵۱^{e}	٦٤^{d}	۰/٤۸^{d}	۱^{d}	۰/۱۷^{e}	۵۱/۳۳^{g}	٤۵/٦۳^{d}
	۳	۳/٤٤^{cd}	۳/٤٦^{cdef}	٦/۹۱^{e}	۵۷/۳۳^{e}	۰/۳۸^{e}	۰/۷۸^{ef}	۰/۱۸^{e}	۵۲/۳۳^{g}	٤۲/۳۳^{e}
	٦	٤/۵۹^{c}	۵/۷۲^{bc}	۱۰/۳۱^{cd}	۷۳^{c}	۰/۵۸^{c}	۱/٤۵^{c}	۰/۲۸^{c}	٦۱^{f}	۳٦/٦٦^{f}
	۹	۷/٤۸^{a}	۱۲/٦٦^{a}	۲۰/۱٤^{a}	۸٤^{b}	۰/۷۳^{b}	۱/۸۷^{a}	۰/۳۵^{b}	۷۱^{e}	۳۱/۲۲^{g}
۱۰۰	۰	۱/۸۰^{e}	۱/۵۰^{f}	۳/۳۰^{f}	۷۳^{c}	۰/۵۹^{c}	۱/٦۸^{b}	۰/۲۱^{d}	۲۰^{j}	۷۳/۲٦^{a}
	۳	۱/۹۱^{e}	۲/٤۸^{ef}	٤/۳۹^{f}	٦٦/٦٦^{d}	۰/٦۰^{c}	۰/۸۲^{e}	۰/۲٤^{d}	۲۱/٦٦^{j}	۷۲/۷۷^{a}
	٦	۳/٦۰^{cd}	٤/۰۷^{bcde}	۷/٦۸^{e}	۷۱/۳۳^{c}	۰/۷۵^{b}	۱/۰٤^{d}	۰/۳٦^{b}	۲۹/٦٦^{i}	۵۹/۹٤^{b}
	۹	٤/۲۰^{cd}	۳/۰۲^{def}	۷/۲۲^{e}	۹۰^{a}	۰/۹۳^{a}	۱/۸۸^{a}	۰/٤۰^{a}	۳٦/٦٦^{h}	۵٤/٦٦^{c}

حروف غیرمشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد بیانگر اختلاف معنی‌دار است

دیده نشد در حالی که نسبت به تیمار شاهد (عدم تنش و کاربرد آزومیت) حالت افزایشی مشاهده شد (جدول ۵).

همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل داده‌ها نشان داد که میزان پرولین با افزایش تنش شوری و مقدار آزومیت افزایش یافت. در تنش شوری ۱۰۰ و۵۰ میلی‌مولار و مصرف ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک، پرولین به ترتیب با میانگین‌های ۰/٤۰ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک نسبت به تیمار شاهد (عدم تنش شوری و کاربرد آزومیت) با میزان پرولین ۰/۰۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک بطور معنی‌داری بیشتر بودند. به‌طوری که، در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار با کاربرد ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک، محتوای پرولین برگ افزایش یافت و بیشترین کاهش در این شرایط در تیمار شاهد (۰/۲۱ میلی‌گرم/ گرم وزن خشک) حاصل شد (جدول ۵).

محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC): براساس نتایج جدول ٤ بیشترین میزان رطوبت نسبی برگ (۸۹ درصد) در تیمار شاهد (بدون تنش) و کاربرد ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک حاصل گردید. همچنین، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین سطوح شوری بیشترین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ مربوط به تنش ۵۰ میلی‌مولار و مصرف ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک مشاهده شد. بطوری که نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف آزومیت) حالت افزایشی داشته است. کمترین میزان محتوای رطوبت نسبی برگ (۲۰ درصد) در تیمار تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و بدون مصرف آزومیت (شاهد) مشاهده گردید.

نشت الکترولیت: اثرات اصلی و متقابل تنش شوری و کاربرد آزومیت روی نشت الکترولیت ($p < 0.01$) برگ‌های ریحان معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط عدم تنش، کاربرد آزومیت می‌تواند از میزان نشت الکترولیت برگ‌های ریحان بکاهد. این کاهش با کاربرد ۹ گرم آزومیت بر کیلوگرم خاک بسیار بیشتر اتفاق افتاد. همچنین،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که بیشترین میزان نشت الکترولیت در تیمار شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و عدم مصرف آزومیت حاصل اتفاق می‌افتد (جدول ۵).

بحث:

کاهش رشد رویشی در اثر تیمار شوری احتمالاً به دلیل کاهش سطح فتوسنتز و کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی نظیر کلروفیل a و b، جذب خالص CO_2 و هدایت روزنه‌ای و بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش شوری می‌باشد (Netondo *et al*., 2004). عامل محتمل دیگری که سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد اثر بازدارنده تنش شوری بر روی فرایند جذب و انتقال مواد فتوسنتزی می‌باشد (Demiral *et al*., 2005). به‌طورکلی، کاهش وزن خشک در اثر تنش شوری به دلیل کاهش جذب آب، فتوسنتز و سنتز کربوهیدرات‌ها است (Nemat Alla *et al*., 2002). جلوگیری از رشد گیاه تحت تنش شوری می‌تواند به علت کاهش تقسیم سلولی، عدم تعادل یونی، کاهش جذب آب، اختلال در جذب عناصر، تأثیر یون‌های سمی به‌ویژه سدیم، اختلال در جذب، احیا و متابولیسم نیتروژن و پروتئین، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش کارآیی فتوسنتز باشد (Parida and Das, 2005). نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از آزومیت اثرات سوء تنش شوری را به حداقل رساند. بطوری که صفات رویشی گیاه و همچنین رنگیزه‌های فتوسنتزی آن در مقایسه با گیاهان شاهد دارای وضعیت مطلوب‌تری بودند. آزومیت یک خاک طبیعی سرشار از مواد مغذی محلول در آب بوده که باعث افزایش سطح اکسین در گیاه و توسعه ریشه گیاه و جذب عناصر آلی و آب می‌شود (Palmer and Sharon, 2009). بنابراین آزومیت ممکن است مواد مغذی خاک و جذب آن را افزایش دهد و در نتیجه افزایش رشد در گیاه را به دنبال داشته باشد.

حفظ تمامیت غشاء سلول تحت شرایط تنش، نشانه‌ای از وجود مکانیسم‌های کنترلی در تحمل به پسابیدگی است. در تنش شوری رادیکال‌های آزاد و پراکسید هیدروژن در سلول‌ها تجمع می‌یابد. به طوری که پراکسیده شدن چربی‌های غشاء افزایش و پایداری غشاء کاهش و نشت الکترولیت‌ها افزایش می‌یابد (Noctor and Foyer, 1998). در این مطالعه، افزایش میزان رطوبت نسبی برگ در سطوح مختلف تنش شوری با استفاده از آزومیت مشاهده شد. پالمر و شارون (۲۰۰۹) بیان داشته‌اند که اثر آزومیت در افزایش محتوای آب برگ می‌تواند بخاطر عناصر کلسیم (۳٪) و پتاسیم (۵٪) موجود در آن باشد. نقش این عناصر در حفظ تورژسانس و جذب آب بخوبی مورد مطالعه قرار گرفته است (Saeedakram *et al*., 2009). بنابراین حفظ محتوای نسبی آب در این مطالعه نیز احتمالا به این دلیل می‌باشد.

با توجه به مشاهدات Drazkiewicz (۱۹۹٤)، در شرایط تنش شوری میزان آنزیم کلروفیلاز افزایش یافته و بدین‌صورت میزان کلروفیل کاهش می‌یابد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. کاهش مقدار کلروفیل در پی تنش‌ها می‌تواند به علت تخریب کلروفیل ناشی از جدا شدن فیتولی از حلقهٔ پورفیرینی در اثر گونه‌های فعال اکسیژن یا آنزیم کلروفیلاز باشد. افزایش بیان ژن کلروفیلاز در اثر تنش شوری و خشکی مشاهده شده است (Inzé and Van Montagu, 1995). مطالعه حاضر نشان داد که افزایش میزان آزومیت در خاک، افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در سطوح مختلف شوری را به دنبال دارد. آزومیت حاوی مقدار زیادی از سیلیکون می‌باشد (Palmer and Sharon, 2009). با استفاده از سیلیکون در ذرت تحت شرایط تنش شوری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی افزایش یافته است که می‌تواند نشان دهنده قابلیت سیلیکون در افزایش فتوسنتز باشد (Osakab *et al*., 2014). گیاهان سیلیکون را به طور عمده به صورت سیلیسیلیک اسید جذب می‌کنند و میزان تجمع آن در گیاه به طور قابل توجهی از یک تا ۱۰ درصد وزن خشک در گونه‌های مختلف متفاوت است (Gong *et al*., 2003؛Gottardi *et al*., 2012؛ امیری و همکاران، ۱۳۹۲). به نظر می‌رسد مصرف سیلیکون باعث جهت‌گیری برگ‌ها در مقابل آفتاب و در نتیجه افزایش فتوسنتز و عملکرد گیاه می‌شود. این اثر مفید سیلیکون به تغییرات آناتومیکی به وسیله رسوب سیلیکون در دیواره سلولی نسبت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

داده شده است (Gottardi *et al.*, 2012).

تنش شوری و کاربرد آزومیت بطور معنی‌داری باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ ریحان گردید. در آزمایشی Oueslati و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه پونه در شرایط تنش شوری بیشتر است. همچنین، با افزایش سطوح تنش شوری میزان فنل کل نیز افزایش یافت. تولید ترکیبات فنلی تحت اثر شوری در گیاهان مختلف پیشنهاد شده است. این ترکیبات آنتی‌اکسیدان‌های نیرومندی در بافت‌های گیاهی تحت تنش هستند و این ویژگی به علت ساختار اسکلتی و گروه فنلی این متابولیت‌هاست. گروه های هیدروکسیل آزاد متصل به حلقه آروماتیک توان خنثی سازی رادیکال‌های آزاد را داشته، بدین لحاظ آسیب‌های اکسیداتیو را کاهش داده، ساختارهای سلولی را از تأثیرات منفی شوری محافظت می‌کنند (Al-Amier and Craker, 2007). افزایش پرولین در گیاهان به هنگام تنش، نوعی سازوکار دفاعی است. همانطور که ذکر گردید میزان پرولین گیاهان تیمار شده با آزومیت تحت سطوح مختلف تنش شوری بطور معنی‌دار افزایش یافته بود. پرولین با چندین سازوکار مانند تنظیم اسمزی، جلوگیری از تخریب آنزیم، حفظ و سنتز پروتئین مقاومت گیاه را در برابر تنش‌ها بالا می‌برد (Khosravi *et al.*, 2011).

فسفر، نیتروژن و پتاسیم موجود در آزومیت تاثیر بسزای در رشد ریحان ایفا می‌کند. در تحقیقی Pinior و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که کود فسفر باعث راندمان مصرف آب و رشد گیاه و افزایش جذب عناصر از خاک می‌شود. یون پتاسیم به عنوان یک اسمولیت در افزایش مقاوت روزنه‌ای تاثیر به‌سزایی داشته و از کاهش مقاومت روزنه‌ای (افزایش نشت یونی) جلوگیری می‌کند (Lindhauer *et al.*, 2007). مقدار پتاسیم گیاه در غلظت‌های بالای نمک یک مزیت است و می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب گیاهان از نظر تحمل به شوری به کار رود (Flowers *et al.*, 1977). تأثیر پتاسیم و کلسیم در محیط کشت شور در تعدیل اثرهای مخرب شوری بر روی گیاهان توسط برخی محققان گزارش شده است (Achilea, 2002; Hasegawa *et al.*, 2000; Rengel, 1992).

پتاسیم نقش مهمی در تنظیم پتانسیل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها در گیاه دارد. نقش کلسیم در تنظیم انتقال یون‌ها به سلول‌های گیاهی (Epstein, 1961) تکامل ساختمان غشای پلاسمایی و کاهش نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های کلر و سدیم (Kefu, 1988) و اصلاح هدایت هیدرولیکی ریشه (Navarro and Carvajal, 2000) است. وجود مقدار کافی یون کلسیم در محیط کشت از طریق تأثیر بر جذب انتخابی پتاسیم در مقابل سدیم می‌تواند نسبت جذب پتاسیم به سدیم را افزایش دهد. از طرف دیگر، مناسب بودن وضعیت دیواره میانی سلول که کلسیم در ساختمان آن وجود دارد، باعث کاهش تراوش پتاسیم از سلول‌های ریشه به محیط خارج شده و در نتیجه وضعیت مطلوب‌تری از نظر تغذیه پتاسیم در ریشه ایجاد می‌شود (Timothy *et al.*, 1995). لذا به نظر می‌رسد که با افزایش کلسیم تحت شرایط شور بتوان اثرهای نامطلوب شوری بر گیاه را کاهش داد (Navarro and Carvajal, 2000). نتایج آزمایشی روی رازیانه نشان داد افزایش غلظت کلسیم در محیط شور موجب افزایش ماده خشک، محتوای رطوبت، نسبت وزن خشک اندام هوایی به ریشه و محتوای پتاسیم و نیز کاهش محتوای سدیم در گیاه شد (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007).

بخشی از تاثیر مثبت آزومیت روی رشد ریحان و تعدیل اثرات تنش شوری می‌تواند در ارتباط با مواد ریز مغذی موجود در آن باشد. در گیاهان علاوه بر عناصر درشت مغذی، عناصر ریزمغذی نیز تاحد زیادی بر بازده تولید آن‌ها مؤثر واقع می شوند. از جمله این عناصر، سه عنصر روی، آهن و بر با اهمیت‌تر تلقی شده‌اند (Gangardhara *et al.*, 1990). تاثیر مثبت مصرف کودهای ریز مغذی چه به صورت مصرف خاکی و یا محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها بر عملکرد محصول آفتابگردان گزارش شده است. همچنین اثر مثبت مصرف کودهای ریزمغذی بر عملکرد سایر گیاهان روغنی مثل کلزا، گلرنگ، کنجد و سویا نیز مورد بررسی قرار گرفته است (Grant and Baily, 1990).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

نتیجه‌گیری:

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان چنین بیان کرد که ریحان گیاهی حساس به تنش شوری است. بطوری که با افزایش سطوح تنش شوری کاهش چشمگیری در شاخص‌های رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی آن دیده می‌شود. استفاده از آزومیت در خاک باعث بهبود این صفات در شرایط تنش شوری شد. افزایش میزان آزومیت به ویژه مقدار ۹ گرم بر کیلوگرم خاک سبب جبران خسارت وارده به گیاه شد. بطوریکه ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه از قبیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان پرولین، کربوهیدرات کل و فنل کل را بهبود و در نهایت رشد و عملکرد گیاه را افزایش داد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که مصرف آزومیت می‌تواند در شرایط تنش شوری باعث افزایش رشد گیاه دارویی ریحان شود.

منابع:

ارچنگی، آ.، خدامباشی، م. و محمد خانی، ع. (۱۳۹۱) تاثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در گیاه دارویی شنبلیله تحت شرایط کشت هیدروپونیک، مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ایی، ۱۰: ۳۳-۴۰.

امیدبیگی، ر. (۱۳۸٤) تولید و فراوری گیاهان دارویی، جلد اول. مشهد. انتشارات آستان قدس رضوی، ٤۲٤ص.

امیری، ا.، باقری، ع. ا.، خواجه، م.، نجف آبادی، ن. و یدالهی ده چشمه، پ. (۱۳۹۲). تأثیر محلولپاشی سیلیکون بر عملکرد و آنزیم-های آنتی‌اکسیدانی گلرنگ در شرایط تنش خشکی، مجله پژوهش‌های به زراعی، ٤: ۳٦۱-۳۷۲.

بهرامی، م.، رهگذر، ر. و غنی‌پور، م.م. (۱۳۹۵). هربان اصلاح کننده خاک‌های باغبانی- زراعی و تقویت کننده گیاه، Available online at: http://www.Herbban.com/.Accessed 4 April 2016.

رستمی، ق. مقدم، م.، نریمانی، ر. و مهدیزاده، ل. (۱۳۹۷). تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی، موروفوفیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و تحمل به شوری ریحان (*Ocimum basilicum L.*) (رقم کشکنی لولو)، تنشهای محیطی در علوم زراعی، ۱۱۰۷:۱۱-۱۱۲۳.

سارانی، س.، مصطفی، م.، گلوی، م. و سیاه‌سر، ب. ع. (۱۳۹۲) اثرهای تنش شوری و آهن بر شد، رنگیزه‌های فتوسنتزی و باندهای الکتروفورزی بابونه آلمانی (*Marticaria chamomilla* L.) و بابونه رومی (*Anthemis nobilis* L.)، مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹: ۷۳۲- ۷٤٦.

سلامی، م.، صفرنژاد، ع. و حمیدی، ح. (۱۳۸۵). اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) و سنبل-الطیب (*Valeriana officinalis*)، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۲: ۸۳-۷۷.

طاهری شهرستانی، ا. (۱۳۸۹) کشاورزی ارگانیک، گامی مؤثر در تولید محصولات سالم .اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، صفحه ٤.

عبدمیشانی، س. و بوشهری، ع. (۱۳۷۲). درس اصلاح نباتات تکمیلی. انتشارات گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران.

نجفی، ح. و میرمعصومی، م. (۱۳۷۸). بررسی عکس العمل‌های فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش شوری، علوم و صنایع کشاورزی ۱: ۳٤-۳۹.

Achilea, O. (2002) Alleviation of salinity-induced stress in cash crops by multi-K (potassium nitrate), five cases typifying the underlying pattern. Acta Horticulturae 573: 43-48.

Ashraf, M. and McNeilly, T. (1990) Responses of four *Brassica* species to sodium chloride. Environmental and Experimental Botany 4: 475-487.

Al-Amier, H. and Craker, L.E. (2007) In-vitro selection for stress tolerant spearmint. Issues in New Crops and New Uses, pp.306-310.

Bhatt, R. M. and Srinivasa Rao, N.K. (2005) Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian Journal of Plant Physiology 10: 54-59.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

Barrs, H. D. and Weaterley, P. E. (1962) A re-examination of the relative turgidity techniques for the estimating water deficit in leaves. Australian Journal of Biological Sciences 15: 413-428.

Bates, I.S., Waldern, R.P. and Terare, I.D. (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Bowes, K. M. and Zheljazkov, V. D. (2004). Factors affecting yields and essential oil quality of *Ocimum sanctum* L. and *Ocimum basilicum* L. cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science 6: 789-794.

Drazkiewicz, M. (1994) Chlorophyll-occurrence, functions, mechanism of action, effects of internal and external factors. Photosynthetica 30: 321-331.

Demiral, M. A., Aydin, M. and Yorulmaz, A. (2005) Effect of salinity on growth chemical composition and antioxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. Turkish Journal of Biology 29:117-123.

Epstein, E. (1961). The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. Plant Physiology 36: 437-444.

El-Fouly, M. M., Mobarak, Z. M. and Salama, Z. A. (2011) Micronutrients (Fe, Mn, Zn) foliar spray for increasing salinity tolerance in wheat *Triticum aestivum* L. African Journal of Plant Science 5: 314-322.

Flowers, T. J., Torke P. F. and Yeo. A. R. (1977) The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular biology 28: 89-121.

Gangardhara, G. A., Manju, H. M. and Satyanarayana, T. (1990) Effect of micronutrients on the yield and uptake by sunflower. Journal of the Indian Society of Soil Science 3: 591-593.

Gong, H., Chen, K., Chen, G., Wang, S. and Zhang, C. H. (2003) Effects of silicon on growth of wheat under drought. Journal Plant Nutrition 26:1055-1063.

Gottardi, S., Iacuzzo, F., Tomasi, N., Cortella, G., Manzocco, L., Pinton, R., Romheld, V., Mimmo, T., Scampicchio, M., Dalla Costa, L. and Cesco, S. (2012) Beneficial effects of silicon on hydroponically grown corn salad (*Valerianella locusta* (L.) Laterr) plants. Plant Physiology and Biochemistry 56: 14-23.

Grant, C. A. and Baily. L. D. (1990) Fertility management in Canola production. Canadian Journal of Plant Science 1: 32-43

Gorham, J. (1995) Mechanism of salt tolerance of halophytes. Plant and Biology 28: 89-121.

Heidari, M. (2012). Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes. African Journal of Biotechnology 11: 379-384.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu J.M. and Bohnert. H.J. (2000) Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 51: 463-499.

Inzé, D. and Van Montagu, M. (1995) Oxidative stress in plants. Current Opinion in Biotechnology Journal Plant of Science Direct 2: 153-158.

Javanmardi, J., Khalighi, A., Kasha, A., Bais, H.P. and Vivanco, JM. (2002). Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. Journal Agriculture and Food Chemistry 21: 5878-5883.

Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. and Vivanco, J. M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. Food Chemistry 4:547-550.

Kefu, Z. (1988) Alleviation NaCl induced injurious effects by calcium. Plant Physiology 48: 1000-1002.

Khosravi, S., Baghizadeh, A. and Nezami, M.T. (2011) The salicylic acid effect on the *Salvia officianlis* L. sugar, protein and proline contents under salinity (NaCl) stress. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 4.

Keles, Y. and Öncel, I. (2004) Growth and solute composition in two wheat species experiencing combined influence of stress conditions. Russian Journal of Plant Physiology 2: 203-209.

Lutts, S., Kinet J. M. and Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. Journal of Annals of Botany 78: 389-398.

Lindhauer, M.G. (2007) 'Influence of K nutrition and drought on water relations and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) ', Z. Pflanzenernähr. Bodenk 148: 654–669.

Mahfouz, S.A, Sharaf-Eldin, M.A. (2007) Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics 21: 361-366.

Munns R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. Journal of Plant Cell Environment 25: 239-250.

Marcum, K.B. (1998) Cell membrane the removability and whole-plant heat tolerance of Kentucky bluegrass. Crop Science 38:1214-1218.

Mass, E. V. (1993). Plant growth response to salt stress. Towards the rational us of high salinity tolerant. Plants 1:279-291.

Moon, J. H. and Terao, J. (1998) Antioxidant activity of caffeic acid and dihydrocaffeic acid in lard and human low-density lipoprotein. Journal of Agricultural and Food Chemistry 12:5062-5065.

Mallanagouda, B. (1995) Effects of NPK and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 4: 916-918.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]

Navarro, J.M. and Carvajal M. (2000) Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plant grown under saline conditions. Plant Science 1: 89-96

Nemat Alla, M. M., Younis, M. E., El-Shihaby, O. A. and El-Bastawisy, Z.M. (2002) Kinetin regulation of growth and secondary metabolism in waterlogging and salinity treated *Vigna sinensis* and *Zea mays.* Acta Physiologiae Plantarum 1:19-27.

Netondo, G. W., Onyango, J. C. and Beck, E. (2004) Sorghum and salinity: I. Response of growth, water relations, and ion accumulation to NaCl salinity. Crop Science 3:797.

Noctor, G. and Foyer, C. H. (1998) Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular biology1:249-279.

Ozcan, M., Derya, A. M. and Unver, A. (2005). Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Food Engineering 3: 375-379.

Osakabe, Y., Osakabe, K. ShinozakiK. A. and Tran. L.S. (2014) 'Response of plants to water stress'. Frontiers in Plant Science 5:1-8.

Oueslati, S., Karray-Bouraoui, N., Attia, H., Rabhi, M., Ksouri, R. and Lachaal, M. (2010) Physiological and antioxidant responses of *Mentha pulegium* (Pennyroyal) to salt stress. Acta Physiologiae Plantarum 2: 289-296.

Palmer, R. and Sharon, D. (2009) 'Digging Into Soil Health'. Available at web site www.growerssecret.com Today's Dietitican. Accessed 5 October 2012.

Parida, A. K. and Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety 3:.324-349.

Pinior, A., Grunewaldt-Stacker, G., Alten, H. and Strasser. R.J. (2005) 'Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of rose plants probed by chlorophyll a fluorescence, proline content and visual scoring'. Mycorrhiza Berlin 15: 596-605.

Rengel, Z. (1992) The role of calcium in salt toxicity. Plant Cell Environment 15: 625–632.

SaeedAkram, M., Ashraf, M. and AishaAkram, N. (2009) 'Effectiveness of potassium sulphate in mitigating salt induced adverse effects on different physio-biochemical attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 'Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants 204: 471-483. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of ts

Singleton, V. L., and Ross, J. A. (1965) Colorimetry of total phenolics with phoshomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture 3: 144-158.

Steduto, P., Albrizio, R., Giorio, P. and Sorrentino, G. (2000) Gas-exchange response and stomatal and non-stomatal limitations to carbon assimilation of sunflower under salinity. Environmental and Experimental Botany 3: 243-255.

Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtioglu, S. (2011) The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. African Journal of Agricultural Research 6: 4920- 4924.

Şükran, D., Güneş, T. and Sivaci, R. (1998) Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany 22: 13-18.

Timothy, D. C., Epstein, E. and Dvorak. J. (1995) Differential solute regulation in leaf blades of various ages in salt sensitive wheat and salt tolerant wheat (*Lanphophyrum elongatum*). Plant Physiology 108: 1714-1715.

Yarrow, D. (2000) 'Mineral Restoration & Utah Rock Dust'. ACRES Magazine, A Voice for Ecology-Agriculture 30: 14–17.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.29.20.2]