تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۰
۵۴۵-۵۵۵
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2688.1708

مقاله پژوهشی

تأثیر قارچ تریکودرما و کیتوزان بر خصوصیات رشدی گیاهچه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری

زهرا دشتی[۱]، عباس بیابانی[۲]، لیلا آهنگر[۳*]، فاختک طلیعی[۳]، حسین حسینی‌مقدم[۳]
۱. کارشناس‌ارشد گروه تولیدات گیاهی دانشگاه گنبدکاووس
۲. دانشیار گروه تولیدات گیاهی دانشگاه گنبدکاووس
۳. استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشگاه گنبدکاووس

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۵

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر قارچ تریکودرما و کیتوزان بر خصوصیات رشدی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) تحت تنش شوری، دو آزمایش جداگانه در گلخانه دانشگاه گنبدکاووس به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ انجام شد. آزمایش اول بذور تلقیح شده با قارچ تریکودرما پس از یک دوره رشدی یک‌ماهه در چهار سطح شوری (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار) کلرید سدیم به مدت ۲ هفته ارزیابی شدند. آزمایش دوم گیاهچه‌های یک‌ماهه ریحان، ۲۴ ساعت پس از اسپری با کیتوزان تحت تنش شوری قرار داده شدند. تیمار شاهد (کنترل) بدون اسپری کیتوزان و تلقیح قارچ در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار شدن اثرات ساده کیتوزان، شوری و قارچ بر تمامی صفات طول ساقه، طول ریشه، حجم ریشه، وزن‌تر ساقه، وزن‌تر ریشه، وزن‌تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و شاخص برداشت ریحان بود. درحالی‌که اثرات متقابل کیتوزان و شوری و همچنین قارچ و شوری برای هیچ‌یک از صفات موردمطالعه معنی‌دار نبود. یافته‌های حاصله حاکی از کاهش صفات موردمطالعه همراه با افزایش سطوح شوری بود اما پیش تیمار کیتوزان و قارچ سبب بهبود اثرات تنش گردید، به‌طوری‌که گیاهان تیمار شده افزایش معنی‌داری از صفات را در مقایسه با گیاهان شاهد نشان دادند. نتایج همچنین نشان داد که پیش تیمار کیتوزان و قارچ تریکودرما سبب ایجاد مقاومت در برابر تنش شوری تا سطح ۱۵۰ میلی مولار در ریحان شد، اما افزایش تنش شوری در سطوح بالای ۲۰۰ میلی مولار سبب کاهش مقاومت گیاه به تنش شوری و افت عملکرد در صفات موردبررسی گردید.

***واژه‌های کلیدی:* القاکننده، تنش، صفات مورفولوژیک، مقاومت**

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum*) یکی از گیاهان مهم تیره نعناع (Lamiaceae) است که هم به‌عنوان گیاه دارویی و هم به‌صورت سبزی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Ozcan et al., 2005). این گیاه دارای خواص ضد باکتری، ضد قارچی، ضدویروسی و آنتی‌اکسیدانی است (Labra et al., 2004) و منبع ترکیبات ترپنوئیدی و فنیل پروپانوئیدی است (Javanmardi et al., 2002). رشد و عملکرد این گیاه توسط تنش‌های محیطی متعدد محدود می‌گردد. تنش شوری یکی از عمده عوامل محدودکننده تولید است، از طرفی کاهش میزان بارندگی و افزایش بی‌رویه گرما در چند سال گذشته سبب تبخیر و تعرق بیشتر و تشدید این تنش در کاهش عملکرد گردیده است (Lianju et al., 2011). لذا شناخت سازوکارهای تحمل و افزایش مقاومت در برابر تنش شوری حائز اهمیت است.

مقاومت القایی به‌عنوان یک پتانسیل جایگزین با استراتژی تکمیلی در کنار مقاومت ذاتی و مقاومت ژن، سبب

* نگارنده پاسخگو: لیلا آهنگر. پست الکترونیک: l.ahangar63@gmail.com

حمایت از گیاهان در برابر تنش‌ها می‌گردد (Van-Hulten et al., 2006). کیتوزان یک ماده زیستی تجزیه‌پذیر طبیعی و سازگار با محیط است که به‌عنوان یک الیسیتور، مکانیسم-های دفاعی گیاه را تحریک نموده به‌طوری‌که امروزه برای کاهش و بهبود اثرات تنش‌های مختلف ازجمله تنش خشکی و شوری موردتوجه قرارگرفته است (Dzung et al., 2011). لیانجو و همکاران (Lianju et al., 2011) گزارش کردند که پیش تیمار بذرهای گندم با کیتوزان اثرات تنش شوری در این گیاه را با افزایش طول ساقه و ریشه، وزن خشک ساقه و ریشه و میزان کلروفیل کاهش می‌دهد. همچنین مطالعات نشان داد که پیش تیمار بذر گیاهان با کیتوزان از طریق افزایش رشد ریشه، میزان پرولین، میزان کربوهیدرات و میزان پتاسیم ساقه و کاهش میزان سدیم ساقه سبب تحمل گیاه به شوری شده است و توانسته با بهبود رشد رویشی گیاه و افزایش اسمولیت‌ها در گیاه خسارات ناشی از تنش را جبران کند (Mahdavi and Safari, 2015). از سویی بذرهای سویا تیمار شده با غلظت‌های ۰/۳ – ۰/۰۵ درصد کیتوزان رشد بیشتری را نسبت به گیاهان شاهد نشان داده و عملکردشان ۳۶ درصد افزایش یافت (Dzung and Thang, 2004).

در سال‌های اخیر ضرورت مطالعه بیولوژیک در ریزوسفر به‌منظور بهبود تغذیه و رشد گیاه و کنترل عوامل تنش‌زا در محیط ریشه موردتوجه قرار گرفته است (Vessey, 2003). گونه‌های قارچ تریکودرما، همزیست فرصت‌طلب و غیربیماریزای گیاهی هستند که بعضی از گونه‌های آن با سطوح ریشه کلونی‌های قوی و پایداری برقرار کرده و به درون اپیدرم و سلول‌های زیر سطح آن نفوذ می‌کنند (Harman et al., 2004). گزارش‌های اخیر نشان داده که این قارچ‌ها با کنترل بیولوژیک در برابر پاتوژن‌های خاکزی، تولید هورمون-های رشد، قابل‌حل کردن عناصر نامحلول، افزایش جذب و انتقال عناصر غذایی، دفع مسمومیت و افزایش انتقال قند و اسیدآمینه در ریشه گیاهان و ایجاد مقاومت القایی در برابر تنش‌های محیطی سبب بهبود رشد و نمو در گیاهان می‌شوند (Mazhabi et al., 2011; Rasponti et al., 2009). مستوری و همکاران (Mastouri et al., 2010) پس از تلقیح قارچ تریکودرما در گوجه‌فرنگی نشان دادند که میزان جوانه-زنی و رشد گیاهچه‌های تحت تنش‌های شوری، خشکی، سرما و پیری افزایش داشته است. همچنین صدرزاده آقاجانی و همکاران (Sadrzade Aghajani et al., 2013) نشان دادند که جذب نیتروژن در ریحان پیش تیمار شده با قارچ تریکودرما طی آلودگی با نیترات کادمیوم بهبود می‌یابد. مطالعات حاکی از مقاومت آرابیدوپسیس پس از پیش تیمار شدن با دو گونه از قارچ تریکودرما *Trichoderma virens* و *T. atroviride* نسبت به تنش شوری است (Contreras-Cornejo et al., 2014). لذا با توجه به اهمیت دارویی گیاه ریحان، در این مطالعه اثر دو الیسیتور کیتوزان و قارچ تریکودرما در افزایش مکانیسم مقاومتی این گیاه به تنش شوری موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از بذر گیاه ریحان سبز (*Ocimum basilicum*) تهیه‌شده از شرکت پاکان بذر اصفهان استفاده گردید. این مطالعه به‌صورت دو آزمایش جداگانه گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتورهای آزمایش اول شامل تیمار شوری با نمک NaCl در چهار سطح (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار) و محلول‌پاشی با کیتوزان در دو سطح (صفر و ۱/۵ گرم در لیتر) و آزمایش دوم شامل تیمار شوری در ۴ سطح ذکرشده و قارچ تریکودرما در دو سطح (همزیستی و عدم همزیستی) بود. این آزمایش در گلدان‌هایی به گنجایش ۸ کیلوگرم با استفاده از مخلوطی از ماسه، خاک مزرعه و خاک‌برگ (نسبت ۱:۱:۲) استریل انجام گرفت. مشخصات خاک در جدول ۱ ذکر گردید.

تیمار محلول‌پاشی با کیتوزان

بذور ابتدا به مدت یک دقیقه در هیپوکلریت سدیم یک درصد ضدعفونی و پس از شستشو با آب مقطر در پتری دیش جهت جوانه‌زنی قرار گرفتند. در هر گلدان ۱۵ عدد بذر جوانه‌زده سالم و یکنواخت در عمق ۲ سانتی‌متری داخل گلدان‌ها کشت شد که پس از استقرار کامل گیاهچه، به ۴ بوته در هر گلدان کاهش داده شدند. یک ماه پس از رشد گیاهچه، محلول‌پاشی با کیتوزان (صفر و ۱/۵ گرم در لیتر) در دو مرحله انجام شد و بعد از ۲۴ ساعت، تیمار شوری اعمال گردید.

تیمار با قارچ تریکودرما

قارچ تریکودرما (*Trichoderma tomentosum*) از بخش بیماری‌شناسی دانشگاه گنبد تهیه و در محیط کشت PDA کشت شد. قارچ‌ها به‌منظور رشد و تولید اسپور به مدت دو

هفته در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. مایه تلقیح قارچ، با استفاده از آب حاوی توئین ۰/۰۵ درصد تهیه شد و جمعیت اسپورهای قارچی به میزان ۱۰۵ اسپور بر میلی‌لیتر تنظیم گردید. برای تلقیح بذور با قارچ تریکودرما بذرها به مدت ۵ ساعت در سوسپانسیون قارچ بر روی شیکر با دور آرام قرار گرفت. سپس کشت بذور در گلدان انجام شد.

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش

Table1. Some of physical and chemical properties of soil

ماسه Sand	لای Silt	رس Clay	پتاسیم K	فسفر P	ازت کل N	کربن آلی Organic carbon	مواد خنثی شونده Neutralizing materials	pH	EC
----------%----------			------ ppm -----		----------%----------				ds/m
50	34	16	340	13	0.08	0.78	10.8	7.6	0.96

تیمار شوری

برای تیمارهای تنش شوری، از نمک NaCl در سطوح (۷۵، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار و آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد) استفاده شد. یک ماه پس از ظهور گیاهچه، محلول آزمایشی حاوی نمک با غلظت‌های معین به میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر به مدت ۲ هفته به خاک گلدان‌ها اضافه شد. جهت جلوگیری از تجمع نمک، گلدان‌ها پس از سه دور آبیاری با آب شور در هفته با آب شرب آبشویی شدند. پس از گذشت این مدت جهت نمونه‌برداری، هر ۴ بوته از گلدان خارج‌شده و صفات مورفولوژیک ارتفاع گیاه، قطر ساقه، وزن‌تر و خشک ساقه، وزن‌تر و خشک برگ، طول ریشه، حجم ریشه، وزن‌تر و خشک ریشه، شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. در پایان میانگین صفات مذکور محاسبه گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرات کیتوزان و شوری در آزمایش اول حاکی از معنی‌دار بودن اثرات ساده کیتوزان و شوری در تمامی صفات (طول ساقه، قطر ساقه، طول ریشه، حجم ریشه، وزن‌تر ساقه، وزن‌تر ریشه، وزن‌تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و شاخص برداشت) گیاهچه ریحان بود، ولی اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۲). همچنین در آزمایش دوم نیز اثرات ساده قارچ تریکودرما و شوری در تمامی صفات موردبررسی معنی‌دار بود درحالی‌که اثرات متقابل برای هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نگردید (جدول ۳).

طول ساقه

مقایسه میانگین نشان داد که محلول‌پاشی کیتوزان در گیاهچه ریحان سبب افزایش طول ساقه (cm29) نسبت به گیاهان شاهد گردید (جدول ۴) که با نتایج چو و همکاران (Chu et al., 2008) مبنی بر افزایش طول ساقه در آفتاب-گردان‌های تیمار شده با کیتوزان مطابقت داشت. موسی‌پور یحیی‌آبادی و همکاران (Mosapour Yahyaabadi et al., 2016) نیز افزایش معنی‌داری از طول و وزن خشک ساقه و ریشه را در گیاه شنبلیله تیمار شده با کیتوزان نسبت به گیاهان شاهد تحت تنش شوری مشاهده نمودند و اظهار داشتند تیمار یک گرم در لیتر کیتوزان در کاهش اثرات مضر شوری در این گیاه بسیار مؤثر بوده است. یافته-های حاصل از تیمار کیتوزان با وزن مولکولی مختلف بر گل اطلسی بیانگر بهبود شاخه‌زایی در شرایط درون شیشه‌ای در تمامی وزن‌ها بود. از سویی تیمار کیتوزان سبب بهبود طول و وزن‌تر و خشک ساقه و ریشه اطلسی تحت تنش شوری گردید (Krupa-Malkiewicz and Fornal, 2018). نتایج مقایسات میانگین تلقیح با قارچ تریکودرما (جدول ۵) بیانگر مؤثر بودن همزیستی قارچ در ریحان تحت تنش شوری بود به‌طوری‌که در گیاهان تلقیح شده با قارچ (۳۰/۱۸ سانتی‌متر) افزایش معنی‌دار طول ساقه نسبت به گیاهان شاهد (cm 1/27) مشاهده گردید. تحقیقات نشان داده‌است که در پیش تیمار خیار با قارچ *T. viride* سبب افزایش معنی‌دار وزن‌تر و طول ساقه می‌گردد (Polma et al., 2000). بررسی نتایج مقایسه میانگین شوری در تیمار کیتوزان (جدول ۶) و همچنین تیمار با قارچ تریکودرما (جدول ۷) نشان داد که صفت طول ساقه در سطوح شوری صفر و ۲۰۰ میلی مولار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است و به نظر می‌رسد کاهش این صفت در سطوح بالای شوری می‌تواند به دلیل کاهش میزان فتوسنتز باشد.

فرهادی و همکاران (Farhadi et al., 2014) طی بررسی بر روی ۸ توده بومی شنبلیله کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه را تحت تنش شوری مشاهده نمودند و عنوان کردند که در شرایط تنش شوری عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد گیاه همگی می‌تواند به‌عنوان مکانیسم‌های فرار گیاه از تنش باشد که می‌توانند از توسعه عادی سلول‌ها ممانعت کرده و درنتیجه سبب کاهش ارتفاع گیاه گردند. از سویی یافته‌ها حاصل از مطالعه روی گندم نشان داد که افزایش شوری به دلیل ایجاد اختلال در رشد و از بین بردن سطوح فتوسنتز کننده، طول اندام‌های هوایی و ریشه را به‌طور معنی‌داری در گندم کاهش می‌دهد (Reggiani et al., 1995).

طول و حجم ریشه

مقایسه میانگین کاربرد کیتوزان در آزمایش اول و قارچ تریکودرما در آزمایش دوم بیانگر افزایش معنی‌دار طول و حجم ریشه در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد بود (جدول ۴ و ۵) که می‌تواند بیانگر اثر اصلاح‌کنندگی دو القاکننده در بهبود تنش شوری در ریحان باشد. مهدوی و صفری (Mahdavi and Safari, 2015) نیز طی مطالعه‌ای عنوان کردند که پیش تیمار نخود با کیتوزان از طریق کاهش جذب یون سدیم سبب کاهش اثرات مضر تنش شوری بر گیاه شده به‌طوری‌که میزان طول و وزن خشک ساقه و ریشه در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان کنترل افزایش معنی‌داری داشته است. نتایج الوریا و همکاران (Oliveira et al., 2016) نیز حاکی از تأثیرات مثبت نانوکیتوزان بر کاهش اثرات مخرب شوری بر طول و حجم ریشه ذرت تیمار شده نسبت به گیاهان کنترل بود. از سویی پیش تیمار بذور گیاه شیرین‌بیان با قارچ *T. harzianum*، بهبود رشدی معنی‌داری در این گیاهان نسبت به گیاهان کنترل نشان داد (Selvaraj et al., 2011).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات موردبررسی ریحان سبز تیمار شده با کیتوزان تحت سطوح مختلف شوری

Table 2. Analysis of variance of studied traits of basil treated with chitosan under salt stress

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک ساقه Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf wet weight
Chitosan	کیتوزان	1	4.8**	0.023 *	0.001*	0.025**	2.25*
Salt	شوری	3	10.3**	0.157 **	0.002 **	0.046 **	4.1**
Chitosan*Salt	کیتوزان×شوری	3	0.14	0.0007	0.000016	0.0003	0.06
Error	خطا	16	0.403	0.004	0.00016	0.002	0.3
C.V%	ضریب تغییرات (٪)		*7.3*	*9.6*	*13.8*	*8.54*	*9.09*

Table 2. Continued **جدول ۲. ادامه**

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	وزن تر ریشه Root wet weight	وزن تر ساقه Shoot wet weight	حجم ریشه Root Volume	طول ریشه Root lenght	طول ساقه Shoot length
Chitosan	کیتوزان	1	0.068**	0.48**	0.017 *	12.98**	21**
Salt	شوری	3	0.073**	1.4**	0.07**	9.6**	39.1**
Chitosan*Salt	کیتوزان×شوری	3	0.0005	0.018	0.003	0.156	0.43
Error	خطا	16	0.005	0.052	0.0048	0.4	0.5
C.V%	ضریب تغییرات (٪)		*14.3*	*8.64*	*8.01*	*6.4*	*2.5*

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است

ns, * and **: non-significant and significant at the 5 and 1% probability level, respectively

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات موردبررسی ریحان سبز تیمار شده با قارچ تریکودرما تحت سطوح مختلف شوری

Table 3. Analysis of variance of studied traits of basil treated with Trichoderma fungus under salt stress

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک ساقه Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf wet weight
Fungus	قارچ	1	10.14 **	0.08 **	0.001 **	0.085 **	3.9 *
Salt	شوری	3	7.76 **	0.136 **	0.001 **	0.053 **	3.17 **
Fungus*Salt	قارچ ×شوری	3	0.552 ns	0.0018 ns	0.00005 ns	0.0003 ns	0.2 ns
Error	خطا	16	0.55	0.004	0.0001	0.0019	0.53
C.V%	ضریب تغییرات (٪)		*8.3*	*0.2*	*10.7*	*8.8*	*11.9*

Table 3. Continued **جدول ۳. ادامه**

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	وزن تر ریشه Root wet weight	وزن تر ساقه Shoot wet weight	حجم ریشه Root Volume	طول ریشه Root lenght	طول ساقه Shoot length
Fungus	قارچ	1	0.19 **	1.48 **	0.248 **	7.04 **	56.1 **
Salt	شوری	3	0.09 **	1.01 **	0.23 **	7.89 **	33.1 **
Fungus*Salt	قارچ ×شوری	3	0.0002 ns	0.09 ns	0.051 ns	0.007 ns	0.53 ns
Error	خطا	16	0.0076	0.078	0.027	0.47	1.03
C.V%	ضریب تغییرات (٪)		*15.8*	*10.14*	*17.5*	*7.15*	*3.54*

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است

ns, * and **: non-significant and significant at the 5 and 1% probability level, respectively.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر ساده کیتوزان در ریحان سبز تحت تنش شوری

Table 4. Means comparison effect of chitosan in basil under salt stress

Treatment	تیمار	شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک ساقه Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf wet weight
			g			
Control	کنترل	8.2 b	0.64 b	0.085 b	0.43 b	5.7 b
Chitosan	کیتوزان	9.2 a	0.7 a	1 a	0.5 a	6.3 a

Table 4. Continued **جدول ۴. ادامه**

Treatment	تیمار	وزن تر ریشه Root wet weight	وزن تر ساقه Shoot wet weight	حجم ریشه Root volume	طول ریشه Root lenght	طول ساقه Shoot length
		g		mm	cm	
Control	کنترل	0.46 b	2.3 b	0.84 b	9.04 b	27.1 b
Chitosan	کیتوزان	0.56 a	2.8 a	0.89 a	10.5 a	29 a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test

نتایج مقایسه میانگین شوری در هر دو آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت شوری در سطح ۷۵ میلی مولار، روند افزایشی در طول و حجم ریشه گیاهان مشاهده گردید که برای طول ریشه ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری با گیاهان کنترل مشاهده نشد ولی برای حجم ریشه این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶ و ۷). سپس با افزایش بیشتر غلظت شوری طول و حجم ریشه روند نزولی را در پیش گرفت، به‌طوری‌که در غلظت ۲۰۰ میلی مولار، کمترین میزان

این صفات در هر دو تیمار مشاهده گردید. افزایش طول و حجم ریشه در سطح تنش پایین ۷۵ (میلی‌مولار) می‌تواند به‌نوعی بیانگر واکنش مقاومتی گیاه در برابر تنش واردشده باشد ولی با افزایش سطح تنش (۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) گیاه دیگر قادر به تحمل نبوده لذا سیر نزولی از صفت دیده می‌شود. به‌طوری‌که وجود رابطه معکوس بین شوری و طول ریشه توسط محققین مختلف نشان داده شده است (Farhadi et al., 2014; Watt et al., 2008) هرگونه اختلال در سیستم جذب ریشه در اثر مسمومیت با یون‌هایی مثل سدیم سبب فعال شدن پاسخ‌های مقاومتی در گیاه می‌گردد که در طی آن گیاه باید محتوی نمک در سیتوپلاسم خود را پایین نگاه دارد که این کار عدم توسعه ریشه، چوب‌پنبه‌ای شدن و کاهش رشد ریشه را در پی دارد (Blum, 1988). گرجی و همکاران (Gorgi et al., 2015) طی بررسی ۱۳ ژنوتیپ گلرنگ و زولین و همکاران (Xue-Lin et al., 2009) طی مطالعه پنبه زراعی به این نتیجه رسیدند که با افزایش تنش شوری ارتفاع بوته، طول و حجم ریشه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که در راستای نتایج به دست آمده بود.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر ساده قارچ تریکودرما در ریحان سبز تحت تنش شوری

Table 5. Means comparison effect of Trichoderma fungus in basil under salt stress

Treatment	تیمار	شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک ساقه Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf wet weight
			g			
Control	کنترل	8.2 b	0.64 b	0.085 b	0.43 b	5.7 b
Fungus	قارچ	9.5 a	0.75 a	1 a	0.55 a	6.5 a

Table 5. Continued **جدول ۵. ادامه**

Treatment	تیمار	وزن تر ریشه Root wet weight	وزن تر ساقه Shoot wet weight	حجم ریشه Root volume	طول ریشه Root lenght	طول ساقه Shoot length
		g		mm	cm	
Control	کنترل	0.46 b	2.3 b	0.84 b	9.04 b	27.1 b
Fungus	قارچ	0.64 a	3 a	1.04 a	10.12 a	30.18 a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر ساده شوری در ریحان سبز تحت تیمار با کیتوزان

Table 6. Means comparison effect of salt in basil after treatment with chitosan

سطوح شوری Salt level	شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک ساقه Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf wet weight
mM	%		g		
0	10.1 a	0.85 a	0.1 ab	0.55 a	6.9 a
75	9.2 b	0.72 b	0.11 a	0.52 a	6.3 ab
150	8.18 c	0.63 c	0.086 bc	0.44 b	5.7 b
200	7.09 d	0.47 d	0.07 c	0.35 c	5.03 c

Table 6. Continued **جدول ۶. ادامه**

سطوح شوری Salt level	وزن تر ریشه Root wet weight	وزن تر ساقه Shoot wet weight	حجم ریشه Root volume	طول ریشه Root lenght	طول ساقه Shoot length
mM	g		mm	cm	
0	0.56 ab	3.15 a	0.85 b	10.4 ab	31.09 a
75	0.64 a	2.9 a	1.02 a	10.86 a	29 b
150	0.47 bc	2.4 b	0.83 b	9.7 b	27 c
200	0.38 c	2.05 c	0.76 c	8 c	25 d

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر ساده شوری در ریحان سبز تحت تیمار با قارچ تریکودرما

Table 7. Means comparison effect of salt in basil after treatment with Trichoderma fungus

سطوح شوری Salt level	شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک ساقه Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf wet weight
mM	%	g			
0	10.17 a	0.85 a	0.096 b	0.57 a	6.96 a
75	9.3 ab	0.74 b	0.11 a	0.55 a	6.3 ab
150	8.4 b	0.68 b	0.088 b	0.49 b	5.8 bc
200	7.5 c	0.49 c	0.075 c	0.37 c	5.2 c

Table 7. Continued **جدول ۷. ادامه**

سطوح شوری Salt level	وزن تر ریشه Root wet weight	وزن تر ساقه Shoot wet weight	حجم ریشه Root volume	طول ریشه Root lenght	طول ساقه Shoot length
mM	g		mm	cm	
0	0.6 a	3.2 a	0.92 b	10.1 ab	31.5 a
75	0.69 a	2.9 a	1.22 a	10.6 a	29.4 b
150	0.49 b	2.5 b	0.84 b	9.5 b	27.5 c
200	0.41 b	2.2 b	0.77 b	8 c	26.1 c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test

وزن‌تر ساقه، ریشه و برگ

مقایسه میانگین اثرات ساده کیتوزان، افزایش معنی‌داری از صفات وزن‌تر ساقه، ریشه و برگ را در گیاهان تیمار شده با کیتوزان نسبت به گیاهان شاهد نشان داد (جدول ۴) که با نتایج مطالعات مهدوی (Mahdavi, 2013) مبنی بر بهبود خصوصیات رشدی اسفرزه تیمار شده با پنج غلظت مختلف کیتوزان تحت تنش شوری منطبق بود؛ بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که کیتوزان اثرات نامطلوب را بهبود بخشیده و آستانه تحمل گیاه به تنش شوری را ارتقا می‌دهد.

گیاهان تیمار شده با قارچ نیز افزایش معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد برای هر سه صفت مذکور نسبت به گیاهان شاهد نشان دادند (جدول ۵). سراج و همکاران (Seraj et al., 2018)، با بررسی اثر تنش شوری بر گندم تیمار شده با قارچ تریکودرما و *Piriformospora indica* به این نتیجه رسیدند که ارتفاع بوته، وزن‌تر و خشک ساقه، ریشه و برگ در بوته کاهش یافت، ولی نتایج مقایسه میانگین حاکی از افزایش معنی‌دار صفات مذکور در گیاهان پیش تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد بود. در آزمایش انیس و همکاران (Anith et al., 2011) نیز افزایش معنی‌داری از وزن‌تر و خشک ساقه و ریشه در فلفل تیمار شده با قارچ‌های تریکودرما و *P. indica* نسبت به گیاهان شاهد مشاهده گردید که با نتایج این مطالعه منطبق است.

مقایسه میانگین اثرات شوری نشان‌دهنده کاهش وزن‌تر برگ و ساقه با افزایش سطوح شوری بود به‌طوری‌که در هر دو آزمایش بیشترین وزن‌تر به تیمار کنترل و کمترین وزن به تیمار شوری ۲۰۰ میلی مولار تعلق داشت (جدول ۶ و ۷). از سویی بین تیمار شاهد و ۷۵ میلی‌مولار شوری برای هر دو صفت تفاوتی مشاهده نگردید که می‌تواند بیانگر تحمل ریحان به این سطح شوری باشد؛ اما برای صفت وزن‌تر ریشه همانند طول و حجم ریشه پس از اعمال شوری در سطح ۷۵ میلی-مولار در هر دو آزمایش کمی افزایش مشاهده گردید که ازنظر آماری معنی‌دار نبود. سپس با افزایش سطح تنش وزن‌تر ریشه روند نزولی را در پیش گرفت و در ۲۰۰ میلی مولار شوری به کمترین میزان خود رسید. مطالعات تنسترک و همکاران (Tuncturk et al., 2011) نشان داد وزن اندام‌های سبز در ۱۲ رقم کلزا تحت تنش شوری ۱۵۰ میلی مولار NaCl به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین مطالعه تنش شوری بر روی سه گونه مرتعی (*Agropyron elongatum*, *Kochia prostrata* و *Puccinellia distans*) کاهش طول ساقه و ریشه و وزن تر ریشه و ساقه با افزایش غلظت شوری را تائید می‌نماید (Akhzari et al., 2012).

وزن خشک ساقه، ریشه و برگ

محلول‌پاشی گیاهان با کیتوزان وزن اندام‌های هوایی و ریشه را به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد افزایش داد (جدول ۴). در لوبیا نیز محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کیتوزان منجر به افزایش وزن خشک ریشه و ساقه گردید (Sheikha and Malki., 2011). به نظر می‌رسد که مصرف کیتوزان از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام‌های گیاه، سبب تحریک به رشد بهتر گیاه شده و درنهایت منجر به افزایش وزن‌تر و خشک در گیاهان تیمار شده می‌گردد. نتایج مقایسه میانگین پیش تیمار بذور ریحان با قارچ تریکودرما نیز حاکی از افزایش معنی‌دار این صفات در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد بود (جدول ۵) که با نتایج یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2008) در سویا تلقیح شده با قارچ تریکودرما منطبق بود. از سویی یافته‌های حاصل از پیش تیمار کردن ماش سبز با قارچ *P. indica* و *T. virens*، حاکی از افزایش ۸ و ۱۳ درصدی رشد به ترتیب در اندام هوایی و ریشه نسبت به گیاهان کنترل بود (Salimi Tamalla et al., 2014) که در راستای نتایج این مطالعه بود.

بر اساس نتایج این مطالعه، روند تغییرات صفات وزن خشک ساقه، ریشه و برگ نسبت به افزایش سطوح شوری همواره کاهشی بود، به‌طوری‌که کمترین میزان این صفات در تیمار ۲۰۰ میلی مولار شوری مشاهده گردید (جدول ۶ و ۷). در همین راستا جنگمائو و همکاران (Gengmao et al., 2014) طی بررسی اثر شوری (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار NaCl) بر گیاه دارویی مریم‌گلی نشان دادند که با افزایش غلظت شوری در ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار NaCl، وزن‌تر و خشک گیاه نسبت به گیاه کنترل به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافته درحالی‌که هیچ تغییر معنی‌داری برای طول ریشه و ساقه مشاهده نگردید. از سویی در سطوح پایین شوری تغییر معنی‌داری در وزن‌تر مشاهده نشد اما وزن خشک به‌طور مشهودی روند نزولی نشان داد که می‌تواند بیانگر بازدارندگی تنش شوری در تجمع ماده خشک در گیاه باشد. بررسی تحمل به تنش شوری در ارقام یونجه نشان داد که میزان وزن تر و خشک ساقه، برگ و ریشه با افزایش غلظت شوری به‌طور چشم‌گیری کاهش یافت (Yarnia et al., 2011).

شاخص برداشت

بررسی نتایج زیست‌توده حاکی از تأثیر معنی‌دار کیتوزان (جدول ۴) در افزایش معنی‌دار این صفت در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد بود. نتایج این بررسی با مطالعات ال‌تانتاوی (El-Tantawy, 2009) مبنی بر بهبود صفات رشدی و شاخص برداشت در گوجه‌های تیمار شده با کیتوزان مطابقت داشت. یافته‌های حاصل بر روی ذرت نیز حاکی از کاهش طول و وزن ریشه و اندام هوایی تحت تنش شوری بود؛ اما محلول‌پاشی کیتوزان در سطوح ۳۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر سبب بهبود این صفات در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان کنترل گردید، به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت در محلول‌پاشی ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان حاصل گردید (Al-Tawaha et al., 2018). بر اساس نظریات برخی محققان ریزجانداران موجود در خاک با برقراری روابط همیاری با گیاهان و با انجام فعالیت‌های مختلف نظیر تولید انواعی از متابولیت‌ها، تجزیه ترکیبات مختلف آلی، تولید مواد افزاینده رشدی و افزایش قابلیت دسترسی مواد غذایی سبب بهبود رشد گیاه می‌گردند (Paul and Clark, 1989). نتایج این مطالعه نیز مؤید چنین نقشی برای قارچ ترکودرما است به‌طوری‌که گیاهان پیش تیمار شده شاخص برداشت بهتری را نسبت به گیاهان کنترل نشان دادند (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثرات شوری حاکی از کاهش معنی‌دار زیست‌توده با افزایش سطح شوری بود (جدول ۶ و ۷) که با نتایج آمیرول آلام و همکاران (Amirul Alam et al., 2015) مبنی بر کاهش معنی‌دار شاخص برداشت در ۱۳ لاین خرفه تحت تنش شوری مطابقت داشت. از سویی رودریگز و همکاران (Rodriguez et al., 2005) نیز کاهش معنی‌داری از شاخص برداشت را در گیاه *Asteriscus maritimus* تحت تنش شوری گزارش دادند و علت این امر را کاهش وزن خشک ساقه و برگ گیاه عنوان نمودند.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی نتایج بیانگر این است که کاربرد کیتوزان و قارچ تریکودرما در سطوح مختلف شوری تأثیری بر گیاه ریحان نداشته است ولی این دو فاکتور به‌تنهایی اثرات بارزی بر ریحان داشته‌اند. چنانچه جابین و احمد (Jabeen and Ahmad, 2013) گزارش کردند کیتوزان یک الیستور زیستی است که سبب بهبود رشدی در آفتاب‌گردان و گلرنگ شده و با کاهش شدت تنش از طریق کاهش فعالیت آنزیمی ایجادشده طی تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)، سبب

افزایش آستانه تحمل به تنش شوری گردید. همچنین تلقیح گیاه با گونه‌های قارچ تریکودرما می‌تواند شرایط را برای افزایش رشد و نمو گیاهان و افزایش آستانه تحمل به تنش فراهم آورد.

نتایج این بررسی تأییدکننده این است که کیتوزان و قارچ تریکودرما می‌توانند به‌عنوان یک الیسیتور زیستی عمل نمایند. به‌طوری‌که با بهبود طول ساقه و ریشه و افزایش وزن‌تر و خشک ریحان توانسته اثرات منفی تنش شوری را در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان کنترل به‌طور معنی‌داری کاهش دهند. پیشنهاد می‌گردد به‌منظور درک بهتر چگونگی عملکرد کیتوزان و قارچ تریکودرما در کاهش اثرات تنش تحقیقات جامع‌تری انجام گردد.

منابع

Akhzari, D., Sepehry, A., Pessarakli, M., Barani, H., 2012. Studying the effects of salinity stress on the growth of various halophytic plant species (*Agropyron elongatum*, *Kochia prostrata* and *Puccinellia distans*). World Applied Science Journal. 16, 998–1003.

Amirul Alam, M., Shukor Juraimi, A., Raffi, M.Y., Abdul Hamid, A., 2015. Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. BioMed Research International. 10, 1-15

Anith, K.N., Faseela, K.M., Archana, P.A., Prathapan, K.D., 2011. Compatibility of Piriformospora indica and Trichoderma harzianum as dual inoculants in black pepper *(Piper nigrum* L.). Symbiosis. 55, 11–17.

Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. (CRC Press: Boca Raton, FL).

Cho, M.H., No, H.K., Prinyawiwatkul, W., 2008. Chitosan treatments affect growth and selected quality of sunflower sprouts. Journal of Food Science. 73. 570-577.

Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., Alfaro-Cuevas, R., López-Bucio, J., 2014. Trichoderma spp. improve growth of Arabidopsis seedlings under salt stress through enhanced root development, osmolite production and Na^+ elimination through root exudates. American Physical Society Journal. 27, 6-17

Dzung, N.A., Thang, N.T., 2004. Effect of oligoglucosamine on the growth and development of peanut (*Arachis hypogea* L.). In: Khor, E., Hutmacher, D., Yong, L. (Eds.), Proceedings of the 6th Asia-Pacific on chitin, chitosan symposium Singapore, ISBN: 981, 422-438.

Dzung, N., Phuong Khanh, V., Dzung, T., 2011. Research on impact of chitosan oligomers on biophysical characteristics, growth, development and drought resistance of coffee. Carbohydrate Polymers. 84, 751-755

El-Tantawy, E.M., 2009. Behaviour of tomato plants as affected by spraying with chitosan and aminofort as natural stimulator substances under application of soil organic amendments. Pakistan Journal Biological Science. 12, 1164-1173.

Farhadi, H., Azizi, M., Nemati, S.H., 2014. Investigation the effects of salinity stress on related yield traits in eight landraces of Fenugreek (*Trigonella foenum*- graceum L.). Iranian Journal of Field Crop Research. 12, 862-870. [In Persian with English Summary]

Gengmao, Z., Quanmei, Sh., Yu, H., Shihui, L., Changhai, W., 2014. The Physiological and biochemical responses of a medicinal plant (*Salvia miltiorrhiza* L.) to stress caused by various concentrations of NaCl. Plos One. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089624

Gorgi, M., Zahedi, M., Eshghizadeh, H.R., 2015. Relationship between responses of safflower genotypes to salinity at germination and vegetative growth stages. Journal of Crop Production and Processing. 14, 147-158. [In Persian with English Summary]

Harman, G., Howell, Ch.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M., 2004. Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology. 2, 43-56

Jabeen, N., Ahmad, R., 2013. The activity of antioxidant enzymes in response to salt stress in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings raised from seed treated with chitosan. Journal of the Science Food and Agriculture. 93, 1699–1705

Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H.P., Vivanco, J.M., 2002. Chemical

characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50, 5878–5883.

Krupa-Malkiewicz, M., Fornal, N., 2018. Application of chitosan In Vitro to minimize the adverse effects of salinity in *Petunia* × *atkinsiana* D. don. Journal of Ecological Engineering. 19, 143-149.

Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M., Sala, F., 2004. Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars, Plant Science. 167, 725-731.

Lianju, M., Yueying, L., Cuimei, Y., Yan, W., Xuemei, L., Na, L., Qiang, C., Ning, B., 2011. Alleviation of exogenous oligochitosan on wheat seedlings growth under salt stress. Protoplasma. 249, 393-399.

Mahdavi, B., 2013. Seed germination and growth responses of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk) to chitosan and salinity. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5, 1084-1088.

Mahdavi, B., Safari, H., 2015. Effect of chitosan on growth and some physiological characteristics in chickpea under salinity stress condition. Journal of Plant Process and Function. 12, 117-127. [In Persian with English Summary]

Mastouri, F., Björkman, T. H., Harman. G. E. 2010. Seed treatment with Trichoderma harzianum alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. Biological control. 11, 1213-1221.

Mazhabi, M., Nemati, H., Rouhani, H., Tehranifar, A., Moghadam, E.M., Kaveh, H., Rezaee. A., 2011. The effect of Trichoderma on polianthes qualitative and quantitative properties. The Journal of Animal and Plant Sciences. 21, 617-621.

Mosapour Yahyaabadi, H., Asgharipour, M.R., Basiri, M., 2016. Role of chitosan in improving salinity resistance through some morphological and physiological characteristics in fenugreek (*Trigonella foenum*-graecum L.). Journal of Science and Technology. Greenhouse Culture. 7, 175-184

Oliveira, H.C., Gomes, B.C., Pelegrino, M.T., Seabra, A.B. 2016. Nitric oxide-releasing chitosan nanoparticles alleviate the effects of salt stress in maize plants. Nitric Oxide. 61, 10–19

Ozcan, M., Derya, A.M., Unver, A., 2005. Effect of drying methods on ral the minecontent of basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Food Engineering. 69, 375-379.

Paul, E.A., Clark, F.E., 1989. Soil Microbiology and Biochemistry, Academic Press, London

Polma, P., Jakson, K. Merivee, A., Albert, A., 2000. Trichoderma viride promotes growth of cucumber plants. Proceeding of the International Conference on Development of Environment Friendly protection in the Baltic Region, Transition of Estonian Agriculture University. 209, 162-164, Tartu, Estonia.

Rasponti, E., Cacciola, S.O., Gotor, C., Romero, L.C., Garci, I., 2009. Implications of steine metabolism heavy metal response in Trichoderma harizanum and in three fusarium species, chemosphere.76, 5460-5470.

Reggiani, R., Bozo, S., Bertani, A., 1995. The effects of salinity on early seeding growth of seeds of three wheat cultivar. Canadian Journal of Plant Science. 75, 175-177.

Rodriguez, P., Torrecillas, A., Morales, M.A., Ortuno M.F., Sanchez-Blanco, M.J., 2005. Effects of NaCl salinity and water stress on growth and leaf water relations of Asteriscus Maritimus plants. Environmental and Experimental BotanyJournal. 53, 113-123.

Sadrzade Aghajani, F., Pirdashti, H., Bakhshi Khaniki, Gh. 2013. Effect of Bacteria growth stimulus PGPR and Trichoderma harzianum on nitrogen absorb and some growth characterstics on Basil (*Ocimum basilicum*) under cadmium toxicity. First Abiotic Plant Stress Conference. [In Persian with English Summary]

Salimi Tamalla, N., Seraj, F., Pirdashti, H., Yaghoubian, Y., 2014. The effect of seed biopriming by Piriformospora indica and Trichoderma virens on the growth, morphological and physiological parameters of mung bean (*Vigna radiate* L.) seedlings. Seed Science Research. 1, 75-90. [In Persian, With English abstract]

Selvaraj, T., Sumithra, P., 2011. Effect of Glomus aggregatum and plant growth promoting rhizomicroorganisms on growth, nutrition and content of secondary metabolites in *Glycyrrhiza glabra* L. Indian Journal of Applied and Pure Biology. 26, 283–290.

Seraj, F., Salimi Tamali, N., Pirdashti, H., Yaghoubian. Y., 2018. The response of wheat (*Triticum aestivum* L.) vegetative and physiological attributes to salt stress and effect

of seed biopriming by Piriformospora indica and Trichoderma virens in improving salinity compatibility. Iranian Journal of Seed Science and Technology. 6, 77-90. [In Persian with English Summary]

Sheikha, S.A.A.K., AL-Malki, F.M., 2011. Growth and chlorophyll responses of bean plants to the chitosan applications. European Journal of Scientific Research. 50, 124-134.

Tuncturk, M., Tuncturk, R., Yildirim, B., Ciftci, V. 2011. Effect of salinity stress on plant fresh weight and nutrient composition of some Canola (*Brassica napus* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology. 10, 1827–1832.

Van-Hulten, M., Pelser, M., Van-Loon, L.C., Pieterse, C.M.J., Ton, J., 2006. Costs and benefits of priming for defense in Arabidopsis. Proceeding of National Academy of Science. U.S.A. 103, 5602–5607.

Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil. 255, 571-586.

Watt, M., Magee L.J., McCully, M.E., 2008. Types, structure and potential for axial water flow in thedeepest roots of field-grown cereals. New Phytology. 178, 135-146

Xue-Lin, L., Zhong-Xu, L., Yi-Chun, N., Xiao-Ping, G., Xian-Long, Z., 2009. Methylationsensitive amplification polymorphism of epigenetic changes in cotton under salt stress. Acta Agronomica Sinence. 35, 588-596.

Yarnia, M., Heydari Sharif Abad, H., Hashemi Dezfuli, A., Rahim Zadeh Khui F., ghalavand, A., 2011. Evaluation of tolerance to salinity in alfalfa lines (*Medicago sativa* L.). Journal of Agriculture Science. 3, 12-26. [In Persian with English Summary]

Yazdani, M., Pirdashti, H., Tajik, M.A., Bahmanyar, M.A., 2008. Effect of Trichoderma spp. and different organic manures on growth and development in soybean (*Glycine max* L. Merril). Electeronic Journal of Crop Production. 1, 65-82. [In Persian with English Summary]