تأثیر زئولیت و نانو زئولیت بر میزان پرولین دو رقم ریحان تحت تنش شوری

محمد هدایت*[۱]، فاطمه غلامی[۲]، ملک حسین شهریاری[۱]، حمیدرضا نور یزدان[۳]، حسین اسکندری[۴]

[۱] استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۳] استادیار گروه اصلاح نباتات ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[۴] دانشیار گروه مکانیک، دانشکده مهندسی دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

*نویسنده مسئول: m.hedayat@pgu.ac.ir

چکیده

جهت بهبود فعالیت‌های بیولوژی گیاه در تنش شوری، تأثیر زئولیت و نانو زئولیت بر میزان پرولین گیاه ریحان موردبررسی قرار گرفت. این پژوهش به‌صورت طرح کرت‌های دو بار خردشده با سه عامل زئولیت، شوری و رقم ریحان در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل زئولیت در سطوح مختلف صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی و نانو زئولیت در سه سطح ۱، ۲/۵ و ۵ درصد حجمی استفاده گردید. تیمار تنش شوری در سه سطح صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار همراه با دو رقم ریحان سبز و بنفش انجام شد. نتایج نشان داد با افزایش شوری، میزان پرولین برگ افزایش یافت. هم‌چنین نانو زئولیت موجب افزایش پرولین بیشتری نسبت به زئولیت گردید. واکنش ریحان سبز نسبت به تولید پرولین بیشتر از ریحان بنفش بود. درمجموع اثر متقابل سه‌گانه مشخص نمود نانو زئولیت در سطح ۵ درصد با شوری ۶۰ میلی‌مولار بیش‌ترین میزان پرولین در ریحان سبز را به‌دست آورد.

***کلمات کلیدی*: رقم ریحان، زئولیت، نانو زئولیت، پرولین، تنش شوری**

مقدمه

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* از تیره نعناع‌سانان است. گیاه به‌طور طبیعی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا، آفریقا، آمریکا می‌روید (Kothari *et al*. 2004). ریحان گیاهی علفی، یک‌ساله و معطر که مصرف تغذیه و دارویی دارد. با توجه به مصارف آن، امکان تولید محصولی با کیفیت بالا در کل سال باید فراهم گردد (Dorais *et al*. 2001).

زئولیت از کانی‌های آلومینوسیلیکاته هیدراته است که می‌تواند به‌عنوان قسمتی از بستر کاشت به کار رود. زئولیت به دلیل خاصیت جذب و تبادل کاتیونی بالا در سیستم‌های هیدروپونیک استفاده می‌شود (Abad *et al*., 2002). نانو زئولیت‌ها مواد با ارزشی هستند که مصارف گسترده‌ای در مهندسی کشاورزی و محیط‌زیست دارند. نانو زئولیت از ساختمان پیچیده‌ای برخوردار بوده که در ساختمان بلورین آن کانال‌های به‌هم‌پیوسته گسترده‌ای وجود دارد. این کانال‌ها فضای خالی وسیعی را برای جذب و تبادل کاتیون‌ها فراهم می‌آورند. امروزه به دلیل کمبود منابع آب با کیفیت و شوری خاک‌های زراعی، تهدیدی اساسی بر تمدن بشری و طبیعت به‌شمار می‌رود. جهت کاهش تهدیدها، اعمال مدیریت‌های آگاهانه و به‌کارگیری فناوری‌های نوین ضروری است و به همین دلیل مدیریت تولید گیاهان در شرایط شور بسیار موردتوجه قرار گرفته است. تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده است که باعث کاهش محصول، کارایی فتوسنتز و تغییر در میزان فشار تورگر برگ می‌شود. تنش شوری زمانی شروع می‌شود که میزان انباشتگی نمک‌ها، به‌خصوص کلریدسدیم، در ناحیه ریشه بیش از حد تحمل گیاه شده و در نتیجه باعث بروز اختلالاتی در فرآیندهای حیاتی گیاه می‌شود (Gohari *et al*. 2013). گیاهان راه‌کارهایی برای مقابله با تنش شوری دارند که تجمع پرولین از واکنش‌های شایع برای مقابله با آن است. پرولین گیاه را قادر می‌سازد که پتانسیل آبی پایین را حفظ کند. دانشمندی و همکاران (۲۰۰۹) روی ریحان نشان دادند مصرف زئولیت در تنش خشکی موجب بهبود صفات موردانداره‌گیری تجمع پرولین شد. کریم‌زاده اصل و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند در سطوح مختلف رطوبتی، زئولیت طبیعی بر برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه بادرشبو موجب افزایش پرولین گردید.

نانو زئولیت فن‌آوری نوینی بوده که با کوچکی اندازه ذرات، امکان فعالیت‌های آن افزایش می‌یابد. بدین روش می‌توان با به حداقل رساندن هزینه‌های حفاظت از محیط‌زیست، موجب افزایش حاصلخیزی در شرایط نامناسب گردد. از اهداف دیگر کاربرد آن‌ها افزایش راندمان و کیفیت منابع غذایی و آب، عدم اتلاف کودها و رهاسازی عناصر غذایی با سرعت مطلوب در طول فصل رشد را نام برد. بنابراین نانوزئولیت می‌تواند به‌صورت هوشمندانه نقش مؤثرتری در فرایندهای گیاهی ایفا کند. لذا هدف این پژوهش مقایسه اثربخشی نانو زئولیت و زئولیت طبیعی در تنش شوری بر میزان پرولین دو رقم ریحان است.

مواد و روش‌ها

در نخستین مرحله بستر کشت حاوی کوکوپیت و پرلایت را به نسبت ۲ به ۱ آماده نموده، سپس زئولیت به میزان ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی و نانو زئولیت به میزان ۱، ۲/۵، ۵ درصد حجمی به بستر تهیه شده افزوده شد. پس از آماده‌سازی بستر کشت در گلدان، بذر دو رقم ریحان کشت گردید. تیمار شوری با آب آبیاری در ۳ سطح شوری ۰، ۳۰، و ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به همراه محلول غذایی داده شد. محلول غذایی، سم و موارد مورد نیاز به‌طور یکسان و در زمان مقتضی جهت رشد مناسب گیاه اعمال شد. با شروع گل‌دهی، آن‌ها را به آزمایشگاه انتقال داده و برای اندازه‌گیری غلظت پرولین از روش باتس[1](۱۹۷۳) استفاده شد. در این روش، برگ تازه را در محلول اسید سولفوسالیسیلیک درون هاون چینی به‌طور کامل له نموده و از کاغذ صافی عبور داده و به آن معرف نین‌هیدرین و اسید استیک افزوده می‌شود. سپس یک ساعت در حمام بن‌ماری و پس از آن در لوله آزمایشگاهی، تولوئن افزوده، به‌هم زده تا یکنواخت گردد. سپس لوله‌ها مدتی قرار گرفته تا فاز رویی و زیرین از هم جدا گردند. فاز رویی برای تعیین غلظت پرولین توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده شد. بدین ترتیب میزان پرولین ریحان به‌وسیله منحنی استاندارد پرولین محاسبه و یادداشت گردیدند.

این آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده(اسپلیت اسپلیت پلات) اجرا شد. عامل اصلی سطوح شوری، عامل دوم رقم و عامل سوم کاربرد زئوولیت و نانو زئولیت در بستر کشت بود. تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS9.1.3 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج

ارزیابی نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل تنش شوری، دو رقم ریحان و میزان زئولیت و نانو زئولیت و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه روی صفت سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اما اثر دوگانه رقم و زئولیت و نانو زئولیت، بلوک و خطای a، b و c معنی‌دار نشد (جدول ۱).

جدول۱- تجزیه واریانس اثر شوری، رقم و بستر کشت بر میزان پرولین گیاه ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک	۲	۵۵/۸۸ ns
شوری	۲	۴۳۷۳۷/۵۳**
خطای a	۴	۱۳/۲۴ ns
رقم	۱	۲۱۱۶/۶۲**
شوری × رقم	۲	۸۶۴/۱۷**
خطای b	۶	۲۷/۵۹۶ ns
زئولیت-نانو زئولیت	۶	۳۸۶۸/۱۴**
شوری × زئولیت-نانو زئولیت	۱۲	۹۶۴/۱۸**
رقم × زئولیت-نانو زئولیت	۶	۱۱۰/۵۳ns
شوری × رقم × زئولیت-نانو زئولیت	۱۲	۲۷۳/۷۰**
خطای c	۷۲	۸۸/۱۲ ns
ضریب تغییرات		۱۱/۳۸

*و ** به ترتیب در سطح ۵ درصد و یک درصد معنی‌دار شد و ns از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

[1]Bates

با توجه به جدول۲ نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و کاربرد زئولیت و نانو زئولیت بر پرولین برگ نشان داد که بیش‌ترین مقدار پرولین برگ در تیمار ۵ درصد نانو زئولیت در بستر کاشت شوری ۶۰ میلی‌مولار مشاهده شد، که با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. هم‌چنین از این جدول مشاهده شد شوری و افزایش غلظت آن موجب افزایش پرولین در تمام سطوح به‌کاررفته‌ی زئولیت و نانو زئولیت گردید. افزایش پرولین نشان‌دهنده‌ی عکس‌العمل گیاه در برابر شوری و کنترل آن و افزایش مقاومت گیاه است. اثر مستقل شوری بر میزان پرولین برگ در جدول۲ نشان داد بیش‌ترین میزان پرولین گیاه در شوری ۶۰ میلی‌مولار به‌دست آمد که با سایر سطوح از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشت. هم چنین مقایسه میانگین‌های اثر شوری نشان می‌دهد با افزایش شوری میزان پرولین برگ افزایش می‌یابد (جدول۲).

تأثیر مقایسه میانگین مستقل کاربرد زئولیت و نانو زئولیت نشان داد، بیش‌ترین میزان پرولین برگ در بستر کاشت حاوی ۵ درصد نانو زئولیت مشاهده شد که از نظر آماری با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۲). کم‌ترین میزان پرولین برگ در بستر کشت حاوی ۱۵ درصد زئولیت دیده شد. هم‌چنین از جدول مشخص گردید، با افزایش درصد حجمی زئولیت مقدار پرولین افزایش پیدا نکرد درصورتی‌که با افزایش درصد حجمی نانو زئولیت، میزان پرولین نیز افزایش یافت، که نشان می دهد نانو زئولیت حتی با غلظت کم‌تری، تأثیر بیش‌تری در افزایش پرولین برگ نسبت به زئولیت داشته است (جدول۲).

جدول۲- مقایسه میانگین شوری و کاربرد زئولیت و نانو زئولیت بر پرولین گیاه ریحان (بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر)

بستر کاشت (درصد)		شوری (میلی‌مولار)			میانگین
		صفر	۳۰	۶۰	
زئولیت	صفر	۳۸ kl	۶۷ hi	۱۳۴ b	۸۰C
	۵	۴۲ kl	۷۷ gh	۹۴ de	۷۱D
	۱۰	۵۵ j	۷۲ ghi	۱۰۲ d	۷۶CD
	۱۵	۴۵ jk	۷۷ ghi	۸۹ ef	۷۰D
نانو زئولیت	۱	۳۴ l	۶۶ i	۱۲۶ bc	۷۶CD
	۲/۵	۶۹ ghi	۹۵ de	۱۲۰ c	۹۵B
	۵	۷۹ fg	۱۰۴ d	۱۴۷ a	۱۱۰A
میانگین		۵۲C	۸۰B	۱۱۶A	

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نتایج اثر متقابل شوری، رقم و کاربرد زئولیت و نانو زئولیت در جدول۳ نشان داد بیش‌ترین میزان پرولین متعلق به رقم سبز در بستر حاوی ۵ درصد نانو زئولیت در شوری ۶۰ میلی‌مولار نمک است، که با رقم بنفش در بستر حاوی ۵ درصد نانو زئولیت و شوری ۶۰ میلی‌مولار تفاوت نداشته، اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. به‌طورکلی افزایش شوری به‌ویژه در ریحان سبز موجب افزایش پرولین شد. نتایج مقایسه دوگانه رقم ریحان و سطوح شوری نشان داد در شرایط بدون تنش هر دو رقم با هم تفاوت ندارند، اما در سطوح ۳۰ و ۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم ریحان سبز نسبت به ریحان بنفش بیشتر بود.

جدول ۳0: مقایسه میانگین شوری و زئولیت و نانو زئولیت بر دو رقم ریحان بر پرولین برگ (بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر)

بستر کاشت (درصد)		شوری صفر (میلی‌مولار)		شوری ۳۰ (میلی‌مولار)		شوری ۶۰ (میلی‌مولار)	
		رقم سبز	رقم بنفش	رقم سبز	رقم بنفش	رقم سبز	رقم بنفش
زئولیت	صفر	۳۵q	۴۱pq	۸۰g-k	۵۳m-p	۱۳۵abc	۱۳۳bc
	۵	۳۶pq	۴۸n-q	۷۹g-k	۷۶h-l	۱۰۷de	۸۲g-k
	۱۰	۶۷i-m	۴۲opq	۷۷g-l	۶۶i-m	۱۰۹de	۹۴efg
	۱۵	۵۴m-p	۳۷pq	۸۵ghi	۶۸i-m	۸۹gh	۹۰fgh
نانو زئولیت	۱	۳۵q	۳۳q	۷۳h-l	۵۹l-o	۱۳۲bc	۱۲۱cd
	۲/۵	۶۰lmn	۷۸g-k	۱۰۶def	۸۵g-j	۱۱۸cd	۱۲۱cd
	۵	۷۳h-l	۸۵ghi	۱۱۹cd	۹۰fgh	۱۵۱a	۱۴۴ab
میانگین		۵۱ E	۵۲ E	۸۸ C	۷۱ D	۱۲۰ A	۱۱۲ B

میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. حروف داخل پرانتز مربوط به تجزیه برشی و حروف بیرون پرانتز مربوط به مقایسه میانگین اثرات کلی می‌باشند.

بحث

نتایج نشان داد افزایش تنش شوری موجب افزایش سنتز پرولین می‌گردد. پرولین یکی از رایج‌ترین ترکیبات محافظ اسمزی است که در تنش شوری تجمع می‌یابد (Parvaiz and Satyawati, 2008). پرولین نقش‌هایی از قبیل تنظیم اسمزی، تنظیم واکنش اکسایش و کاهش، تنظیم pH و تورژسانس را بر عهده دارد که زمینه سازش و یا تحمل در برابر شوری را فراهم می‌نماید (Nayyar, 2003). هم‌چنین منبع کربن و نیتروژن برای ترمیم و رشد پس از تنش، تثبیت غشاء، تشکیلات سنتز پروتئین و آنزیم‌های سیتوپلاسمی و به‌عنوان یک جاروب کننده رادیکال آزاد عمل می‌کند (Weisany *et al*., 2012). در پژوهش قربانلی و همکاران (۲۰۱۲) تنش شوری باعث افزایش پرولین در گیاه زیره سبز شده است. هم‌چنین در سیاه‌دانه با افزایش شوری، میزان رشد رویشی و جذب مواد غذایی کاهش و در مقابل مقدار اسانس، پرولین و کربوهیدرات کل افزایش یافت (Khalid, 2001). پرولین باعث حفظ آب‌گیری پروتئین‌ها در بافت‌های آب‌دار شده و به بقای فعالیت‌های یاخته‌ای منجر می‌شود (Madan *et al*., 2005). نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا با نتایج پژوهش‌های ذکرشده، است.

در بسترهای حاوی زئولیت، احتمال می‌رود عنصر سدیم ناشی از شوری، جذب سطحی کانی زئولیت گردیده و درون کانال های زئولیت نفوذ کرده و به‌این‌ترتیب زئولیت در غلظت کم، اثرات منفی شوری را کاهش داده است. کاهش تنش شوری توسط زئولیت می‌تواند از دلایل احتمالی کاهش پرولین در گیاهانی که در بستر کشت آن‌ها از زئولیت استفاده شده، باشد. احمدی آذر و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی تنش خشکی و کاربرد زئولیت معدنی بر رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*) نشان دادند که میزان پرولین گیاه با کاربرد زئولیت در تنش خشکی کاهش یافت. اما افزایش میزان زئولیت و به‌ویژه نانو زئولیت در بستر موجب افزایش جذب آب درون کانال‌های خود و افزایش EC گردیده، که درمجموع باعث افزایش میزان پرولین در گیاه شده است. در پژوهشی کریم‌زاده اصل و همکاران (۲۰۱۴) در گیاه بادرشبو، مصرف زئولیت در بستر کشت اثر معنی‌داری روی پرولین گیاه داشت. در شرایط تنش رطوبتی، با کاهش محتوی آب نسبی، تجمع پرولین و هیدرات‌های کربن محلول در تمام اندام‌های هوایی گیاه افزایش می‌یابد. پژوهش حاضر با نتایج پژوهشی ذکر شده در یک راستا قرار دارد. به نظر می‌رسد با تغییر غلظت زئولیت و نانو زئولیت نقش مهمی در تحریک گیاه برای تولید پرولین می‌توان ایفا کند.

در بررسی فرهادی و همکاران (۲۰۱۶) بین ۸ توده بومی شنبلیله، توده چالوس بیش‌ترین و توده تبریز کم‌ترین میزان پرولین را داشتند. بنابراین توده‌ی چالوس متحمل‌ترین توده در برابر شوری شناسایی شد. در پژوهشی حیدری (۲۰۱۲) روی دو گونه ریحان تحت تنش شوری نشان داد که میزان محتوای پرولین در هر دو یکسان بود و با افزایش میزان شوری، پرولین نیز در گیاه افزایش یافت. تجمع پرولین رابطه مثبت و مستقیم با افزایش مقاومت به کم‌آبی در تنش‌های خشکی و شوری در گیاه دارد (Saneoka *et al*. 2004). هم‌چنین افزایش پرولین منجر به حفظ تورم و کاهش خسارت غشاء در گیاهان شده و با روش تنظیم اسمزی، سازگاری به تنش کم‌آبی و شوری افزایش می‌یابد (Pandey and Agarwal, 1998) درمجموع به نظر می رسد نوع، گونه و رقم به دلیل اختلاف‌های ژنتیکی، تأثیر تفاوتی بر میزان پرولین دارند.

منابع

Abad, M., P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieira and V. noguera. 2002. Physico- chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. Bioresour Technol. 82(3): 241-245.

Ahmadi Azar, F., T. Hasanloo, A. Imani and V. Feiziasl. 2015. Water stress and mineral zeolite a pplication on growth and some physiological characteristics of Mallow (*Malva sylvestris*). Journal of plant research. 28(3): 459-474. (in Persian)

Ahmadpour Dehkordi, S. and H.R. Balouchi. 2012. Effect of seed priming on antioxidant enzymes and lipids peroxidation of cell membrane in Black cumin (*Nigella sativa*) seedling under salinity and drought stress. EJCP. 5(4):63-85. (in Persian)

Baibordi, A., S.J. Seidtabtabai and A. Ahmadof. 2010. NaCl salinity effect on qualitative, quantitative and physiological attributes of winter canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of Water and Soil. 24(2):334-346. (in Persian)

Dorais, M., A.P. Papadopulos and A. Gosselin. 2001. Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. Agronomie. 21: 367-383.

Farhadi, H., M. Azizi, S. H. Nemati. 2016. Investigation of the effects of salt stress on some physiological and biochemical characteristics of different landraces of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Iranian Journal of Horticaltural Sciences. 47(3): 531-541. (in Persian)

Heidari.M. 2012. "Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basils (*Ocimum basilicum* L.) genotypes**.** African Journal of Biotechnology. 11(2): 379-384.

Inden H. and A. Torres. 2004. Comparison of four substrates on the growth and quality of tomatoes. Acta Hort. 644: 205-210.

Karimzadeh, Kh., F. Sefidkon, N. Majnoon Hosseini and S.A. Peighambari. 2014. The effect of different levels of soil moisture, zeolite and biofertilizers on physiological characteristics, yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 30(1): 158-173. (in Persian)

Ghorbanli, M., F. Ahmadi, A. Monfared and Gh. Bakhshi Khaniki. 2012. Effect of salt stress and its interaction with ascorbate on catalase, ascorbate peroxidase activity, proline and malondialdehyde in *Cuminum cyminum* L. four weeks after germination. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants. 28(1): 14-27. (in Persian)

Gohari , Gh., M. B. Hassanpouraghdam, M. R. Dadpour and M. Shirdel. 2013. Influence of Zn foliar application on growth characteristics and essential oil yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) under salinity stress. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture.4(3): 15-24. (in Persian)

Khalid, Kh.A. 2001. Physiological studies on the growth, development and chemical composition of *Nigella* sativa L. plant. PhD Thesis, Faculty of Agric., Ain-Shams Univ., Cairo, Egypt.

Kothari, S. K. A, K, Bhattachary and S. Ramesh. 2004. Essential oil yield and quality of methyl eugenol rich *Ocimum tenuiflorum* L. (syn. *O. sanctum* L.) grown in south India as influenced by method of harvest. Journal of Chromatography A. 67-72.

Madan, S., H.S. Nainwatee, R.K. Jain and J.B. Chowdhury. 2005. Proline and proline metabolizing enzymes in invitro selected NaCl tolerant Brassica juncea under salt stress. Journal of Annals of Botany. 76: 51-57.

Nayyar, H. 2003. Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. Environmental and Experimental Botany. 50(3): 253-264.

Pandey, R. and R.M. Agarwal. 1998. Water stressinduced change in proline contents and nitrate reductase activity in Rice under light and dark condition. Physiology and Molecular Biology of Plants. 4: 53-57.

Parvaiz, A. and S. Satyawati. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. Plant Soil Environments. 54: 89–99.

Peyvandi, M., H. Parande and M. Mirza. 2011. Comparison of nano fe chelate with fe chelate effect on growth parameters and antioxidant enzymes activity of *Ocimum basilicum*. New Cell Mol Biotech J. 1(4): 86-90. (in Persian)

Saneoka, H., R.E.A. Moghaieb, G.S. Premachandra and K. Fujita. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in Agrostis palustris Huds. Environmental and Experimental Botany. 52(2): 131-138.

Weisany, W., Y. Sohrabi, Gh. Heidari, A. Siosemardeh and k. Ghassemi-Golezani. 2012. Changes in antioxidant enzymes activity and plant performance by salinity stress and zinc application in soybean (*Glycine max* L.). Plant Omics Journal. 5: 60-67.

The Effect of Nano Zeolites and Zeolite on Proline Two Basil Cultivars under Salt Stress

Mohammad Hedayat[1*], Fateme Gholami[2], Malek Hosein Shahriari[1], Hamid Reza Nooryazdan[3], Hossein Eskandari[4]

[1]Assistant Professor, Dep. of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr

[2]Graduated M.Sc. Student, Dep. of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr

[3]Assistant Professor, Dep. of Breeding Science, College of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr

[4]Associate Professor, Dep. of Mechanical Engineering, College of Engineering, Persian Gulf University, Bushehr

[*]*Corresponding Author:* m.hedayat@pgu.ac.ir

Abstract

The effect of zeolite and nano-zeolite were examined on proline concentration in biological plant activity under salinity stress. This study was done in a complete randomized basic block design in the split split plat with three factors including: zeolite, salinity and basil cultivars. Treatments consisted of four level of zeolite 0, 5,10 and 15% by volume and three levels of nano-zeolite 1, 2.5 and 5% were considered. Salinity treatment was done in three level of 0, 30 and 60 mM in two cultivars of basil green and purple. Results showed that rising in salinity increased proline in leaves. Also, nano-zeolite in comparison to zeolite has a greater enhancement on proline green basin reaction in proline production was greater than purple basil. Overally, three reciprocal effects, demonstrated that nano-zeolite in 5% level accompanying with 60 mM salinity tend to the gretest degree of proline in green basil.

Keywords: **Basil, Zeolite, Nano Zeolite, Proline And Stress Salinity.**