اثر غلظت‌های مختلف کود زیستی فسفاته بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز (*Mentha spicata* L.) تحت تنش آرسنیک

جمال حکمتی[1]*، یوسف حمیداوغلی[1]، بهروز اساعیل پور[2] و محمود قاسم نژاد[1]

۱-گروه باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان ۲- گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

*- ایمیل نویسنده مسئول: jamalhekmati@yahoo.com

چکیده

امروزه آلودگی به عناصر سنگین یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در در اکوسیستم‌های زراعی محسوب می‌شود. در این پژوهش تاثیر کود زیستی فسفاته در افزایش تحمل به تنش آرسنیک در نعناع سبز، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در شش تکرار در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان در تابستان سال ۱۳۹۵ ارزیابی شد. تیمارها شامل سطوح مختلف آرسنیک (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و کود زیستی فسفاته (صفر و نیم میلی‌گرم از کود زیستی فسفاته) بود. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت آرسنیک از صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، مقدار وزن خشک ریشه، وزن تر گیاه، تعداد برگ، میزان کاروتنوئید به ترتیب به ۲/۶۵ (گرم)، ۲/۸ (گرم)، ۴/۸۸ (عدد)، ۲/۰۵ (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) واحد کاهش یافت. کاربرد کود زیستی فسفاته نیز باعث افزایش محتوای رطوبت نسبی، وزن تر گیاه، میزان کاروتنوئید برگ شد. مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی فسفاته × آرسنیک نشان داد که کمترین ارتفاع گیاه، وزن خشک گیاه و سطح برگ مربوط به سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آرسنیک و بدون کاربرد کود زیستی به‌ترتیب ۱۱/۲۸ (سانتی‌متر)، ۸/۲۸ (گرم)، ۱۲/۰۵۲ (سانتی‌متر مربع) بود. همچنین، کاربرد کود زیستی فسفاته در مقایسه با شاهد، در سطوح مختلف آرسنیک، میزان پرولین، پلی‌فنل اکسیداز، پراکسیداز، کربوهیدرات، کلروفیل کل، کلروفیل a ,b را افزایش و مقدار آرسنیک ریشه و شاخه را کاهش داد. نتایج نشان داد که کود زیستی فسفاته توانسته است تـا حدودی باعث بهبود رشد و افزایش مقاومت گیاهان نعناع سبز نسبت به تنش آرسنیک گردد.

واژه‌های کلیدی : آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، کلروفیل، فلزات سنگین، کود زیستی.

مقدمه

امروزه یکی از مسائل زیست‌محیطی، آلـوده‌شـدن منابع آب، خـاک و گیاهان با فلزات سنگینی نظیر آرسنیک مـی‌باشـد (Bijeni and Asgharipour, 2016). فلزات سنگین به فلزها و شبه فلزهایی با چگالی بالای ۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب و عدد اتمی بالای ۲۰ گفته می‌شود (Javan Siamardi *et al*., 2014). آرسنیک یکی از خطرناک‌ترین فلزات سنگین می‌باشد، زیرا ماندگاری بالایی در خاک دارد. این شبه فلز از عناصر غیر ضروری، غیر محلول در آب می‌باشد. آرسنیک جذب فسفر توسط گیاه را کاهش می‌دهد و با اثر متقابل با گروه‌های سولفیدریل، باعث اختلال در ایجاد انرژی سلول می‌گردد (Asadi Karam *et al*., 2017). این عنصر با کاهش برخی از آنزیم‌های حیاتی، نظیر گلوتامین سینتتاز، گلوتامات سینتتاز و نیترات ردوکتاز، باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) می‌شود. افزایش بیش از اندازه رادیکال‌های آزاد سبب تخریب اسـیدهای آمینـه، پروتئین‌هـا، اسیدهای نوکلئیک و لیپیدهای غشای سلولی و در نتیجه تغییر فعالیت غشای سلولی و توقف رشد گیاه می‌شوند. حد مجاز آرسنیک در خاک ۱۴ میلی‌گرم درکیلوگرم، درگیاه ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک و حد سمی آن در گیاه ۲ میلی‌گرم درکیلوگرم است (Yadolla *et al*., 2014). مقدار فلزاتی مانند آرسنیک با فعالیت‌های انسانی و صنعتی، کود شیمیایی و سموم دفع آفات در خاک افزایش می‌یابد. گیاهان رشد کرده در این خاک‌ها این فلز سنگین را در خود انباشته می‌سازند. انسان‌ها با مصرف گیاهان آلوده باعث ورود این فلزات به زنجیره‌ی غذایی خود می‌شوند. حدود ۳۰ میلیون نفر مردم جهان در معرض الودگی با آرسنیک قرار دارند (Moreno et al., 2012). کود زیستی فسفاته بارور ۲، حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات از گونه‌های Bacillus lentus و Pseudomonas putida است که با تولید اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز، فسفر نامحلول خاک را به فرم محلول تبدیل می‌کند. این کود باعث افزایش دوام برگ (استفاده بهینه از انرژی خورشیدی و فتوسنتز) و توسعه سیستم ریشه‌ای (بهبود جذب آب) در شرایط تنش می‌شود (Khatami *et al*., 2018). نعناع (*Mentha spicata L.*) متعلق به تیره نعناعیان (Lamiaceae) گیاهی علفی، چند ساله، معطر می‌باشد که به علت وجود آنتوسیانین به رنگ بنفش دیده می‌شود و مثل سایر گیاهان خانواده نعناعیان حاوی اسانس می‌باشد. این گیاه به دلیل استفاده دارویی و همچنین سبزی خوراکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر این اساس، تحقیق حاضر برای ارزیابی تأثیر کود زیستی فسفاته در کاهش سمّیت فلز سنگین آرسنیک در گیاه نعناع سبز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود زیستی فسفاته بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز تحت تنش آرسنیک، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار در گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان در تابستان سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل کود زیستی فسفاته در دو سطح (صفر و نیم میلی‌گرم) از شرکت زیست‌فناور سبز و خاک (لومی–شنی) آلوده به آرسنیک با سه سطح (صفر، ۵۰ و۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک تهیه شده از شرکت معدن طلای زره شوران واقع دراستان آذربایجان غربی، شهرستان تکاب) بود. در این آزمایش، ساقه‌های زیرزمینی نعناع سبز تهیه شده از شهرستان بوکان در گلدان‌های حاوی خاک (لوم–شنی) آلوده به آرسنیک (آلودگی طبیعی) کشت شدند. کود زیستی فسفاته بصورت محلول (همراه آبیاری) پای گلدان‌ها تیمار شدند. برای انجام این پژوهش نمونه خاک‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه جهت همگن‌سازی ذرات از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شده و برخی از ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی نظیر بافت‌خاک با روش هیدرومتری (Bouyoucos,1962)، میزان ماده آلی با روش اکسیداسیون مرطوب (Nelson and Sommers, 1982)، واکنش خاک با دستگاه pH متر و قابلیت رسانایی الکتریکی با دستگاه EC متر (McLean, 1982)، نیتروژن خاک به روش کجلدال (Jackson, 1958)، فسفر به روش اولسن (Olsen and Sommers, 1982)، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلم فتومتر و همچنین میزان کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (Nelson, 1982) در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شدند و با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش‌ها، خاک مطلوب انتخاب شد.

اندازه‌گیری صفات

داده‌برداری از گیاهان حدود دو ماه بعد از کاشت صورت گرفت و خصوصیات مورفولوژی گیاه (تعداد برگ، تعداد ساقه، ارتفاع بوته، وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه، وزن خشک ساقه و سطح برگ با دستگاه سطح‌سنج مدل ADC اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های بیوشیمیایی از جمله محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدهای برگ، محتوای نسبی آب (RWC)، میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی فنل‌اکسیداز و غلظت آرسنیک در گیاه اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تنش فلز سنگین آرسنیک در سطح احتمال یک درصد به طور معنی‌داری، تعداد برگ را تحت تأثیر قرار دادند. مقایسه میانگین اثر آرسنیک بر تعداد برگ نشان داد که با افزایش غلظت آرسنیک میزان این شاخص کاهش پیدا کرد (جدول ۱).

جدول۱– تجزیه واریانس اثر کود زیستی فسفاته بر رشد و خصوصیات بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز(*Mentha spicata L.*) در شرایط تنش آرسنیک

		میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد برگ	سطح برگ	وزن تر گیاه	وزن خشک گیاه	وزن خشک ریشه	محتوای رطوبت نسبی
آرسنیک	۲	۵۰۲/۱۴**	۱۱۲۶۹/۴۲**	۷۱۶۴۴/۰۵^{ns}	۸۴۶۸/۲۱**	۲۵۱/۳۵۵ **	۶۵۰۳/۱**	۶۵/۰۵ ^{ns}
کود زیستی فسفاته	۱	۱۳۲/۱۵**	۲۸۵۷/۴ ^{ns}	۲۷۵۸۰/۳۸ ^{ns}	۲۹۵۶/۱۳**	۳۶۶/۲۲**	۱۵۹/۳۴ ^{ns}	۵۴/۰۱۲*
آرسنیک× کود زیستی فسفاته	۲	۸۴/۱۲ **	۷۴۸۵/۱۱^{ns}	۳۳۰۱۳۷/۸۶**	۷۱۲/۴۶ ^{ns}	۵۴/۴۵۵**	۹۴/۱۴ ^{ns}	۴۲/۰۴ ^{ns}
خطای آزمایش	۳۰	۱۱/۰۴	۴۰۳۲/۳۱	۷۰۱۱۵/۲۵	۲۲۰/ ۴۷	۱۰/۹۹	۹۶/۸۵	۳/۰۱
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۱۷	۲۱/۱۲	۱۸/۱۵	۱۹/۰۵	۱۶/۸۸	۲۰/۱۱	۸/۹۷

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار آرسنیک در بخش هوایی ۰/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آرسنیک و بدون استفاده از کود زیستی فسفاته مشاهده گردید که با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آرسنیک در تیمار نیم گرم کود زیستی فسفاته تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آرسنیک و کود زیستی فسفاته بر میزان تجمع آرسنیک در ریشه نشان داد که بیشترین میزان آرسنیک در ریشه (۸/۰۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار شاهد کود و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آرسنیک به‌دست آمد و کم‌ترین آن (۰/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار شاهد کود و شاهد آرسنیک به‌دست آمد (جدول ۲).

جدول۲– مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی فسفاته و تنش آرسنیک برشاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نعناع سبز (*Mentha spicata* L.)

کود زیستی فسفاته	آرسنیک (mg/kg)	پرولین (mg.g)	پلی فنل اکسیداز (μ mol $d^{-1}mg^{-1}$ protein)	پراکسیداز (μ mol $d^{-1}mg^{-1}$ protein)	کربوهیدرات (mg.g)	کلروفیل کل (mg.g)	کلروفیل b (mg.g)	کلروفیل a (mg.g)	آرسنیک شاخه (mg/kg)	آرسنیک ریشه (mg/kg)
	۰	۰/۳۸۲ Cd	۰/۰۷ Cd	۵۴/۱۰^{d}	۰/۱۰۹^{e}	۹/۱^{c}	۲/۶۸^{d}	۸/۴۲^{bc}	۰/۳۳^{c}	۰/۲۸^{f}
۰	۵۰	۰/۳۱۹^{d}	۰/۰۱^{e}	۶۵/۰۱^{e}	۰/۰۱۱^{f}	۶/۴۹^{d}	۲/۱۸^{e}	۵/۴۱^{c}	۰/۴۵^{b}	۳/۲۹^{d}
	۱۰۰	۰/۳۹۶^{c}	۰/۱۳^{c}	۹۲/۶^{a}	۰/۲۱^{d}	۳ /۵۳^{e}	۱/۶۸^{f}	۲/۱۲^{d}	۰/۵۶^{a}	۸/۰۹^{a}
	۰	۰/۲۸۵^{e}	۰/۰۸^{d}	۴۲/۱^{f}	۰/ ۲۱^{c}	۱۴/۴^{a}	۴/۱۸^{a}	۱۰/۱۲^{a}	۰/۲^{e}	۱/۴۴^{e}
۰/۵	۵۰	۰/۴۱۳^{b}	۰/۱۶^{b}	۷۸/۱۹^{c}	۰/ ۳۲^{b}	۱۳/۱۲^{b}	۳/۶۴^{b}	۸/۶۳^{b}	۰/۲۵^{d}	۴/۴۵^{c}
	۱۰۰	۰/۵۲۱^{a}	۰/۲۱^{a}	۸۱/۱۴^{b}	۰/ ۴۲^{a}	۱۲/۱۵^{bc}	۳/۱۲^{c}	۵/۴۴^{c}	۰/۵۴^{a}	۶/۵۸^{b}

حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD را نشان نمی‌دهند

اشکال قابل استفادهی گیاهی آرسنیک (آرسنات و آرسنیت) می توانند در محلول خاک توسط گیاهان جذب شوند و به بخش هوایی، میوهها و بذرهای گیاهان از طریق آبیاری با آبهای آلوده، راه یابند (Kim *et al*., 2009). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که با افزایش سطوح آرسنیک شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی گیاه نعناع سبز کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت. آرسنیک با مختل کردن متابولیسم نیتروژن و با مهار فعالیت آنزیم‌هایی مانند گلوتامین سنتتاز، گلوتامات سنتتاز، نیترات ردوکتاز، و فرآیند احیای نیترات سبب کاهش تولید پروتئین‌ها شده و رشد را متوقف می‌کند (Karimi *et al*., 2010). استفاده از کودهای زیستی ازجمله کودهای حاوی فسفات در راستای کشاورزی پایدار ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش برداشت محصولات کشاورزی به جلوگیری از آلودگی و حفظ محیط زیست کمک میکند (Safari, 2014). نتـایج آزمایش یو و همکاران (Yu *et al*., 2012) نیز نـشان داد کـه کاربرد سنگ فسفات موجب افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه و ریشه، جذب نیتروژن و فسفات توسط نهال‌های گردو و حداکثر دسترسـی بـه فـسفر و نیتروژن خـاک گردیـد. افزایش ارتفاع بوته در نتیجه افزایش فسفر قابل دسترس توسط گیاه را می‌توان ایـن چنین توجیه نمود که عنصر فسفر با اثرات مثبتی که بر افزایش توسعه سیستم ریشه ای دارد، میزان جذب آب و عناصر غـذایی ضـروری بـه ویژه نیتروژن را افزایش داده است که این امـر موجـب بهبـود ارتفـاع ساقه شده است (Dordas, 2009). از طرف دیگـر، برخـی تحقیقـات نشان داده است که فسفر باعث افزایش سودمندی نیتروژن مـی‌شـود که به تبع آن رشد و نمو بخش رویشـی گیـاه نیـز افـزایش مـی یابـد (Nourmohammadi *et al*., 2001). قاســمی و همکـاران (Ghasemi *et al*., 2011) نیـز گـزارش کردنـد کـه عملکــرد دانــه و وزن هزاردانــه در ذرت زمــانی بالاترین مقدار را داشت که کود زیستی فسفر مورد استفاده قرار گرفت. انصاری (Ansari, 2004)در آزمایشـی روی ذرت نشـان داد کــه عملکــرد دانــه در تیمــار ۱۵۰ کیلــوگرم کــود فسفر در مقایسه با شاهد (بـدون کـود) بـه طـور معنی داری بیشتر بـود.

آرسنیک در داخل سلول‌های گیاهی اثرات منفی فیزیولوژیکی دارد. آرسنیک، معمولاً در سیستم ریشه‌ای گیاهان تجمع یافته و باعث کاهش رشد، کاهش وزن، اختلالات فیزیولوژیکی و کاهش باروری محصولات می‌شود (Baja and Mohanty, 2005). از علایم آلوگی با آرسنیک کاهش طویل شدن ریشه، و کوچک شدن برگ‌ها و یا نکروز در قسمت‌های هوایی گیاه است (Gill and Tuteja., 2010). افزایش محتوای پروتئین کل در گیاهانی با آلودگی آرسنیک نشان می‌دهد که در این گیاهان پروتئین‌هایی با وزن مولکولی پایین به نام متالوتیونین یا فیتوکلاتین بیان می‌شوند. فیتوکلاتین هوا اجازه انتقال و ذخیره آرسنیت در داخل ریشه و سلول‌های برگ را بدون آسیب به گیاه می‌دهند (Naomi *et al*., 2014). مطالعات نشان می‌دهد که میزان کربوهیدرات در پاسخ به تنش آرسنیک افزایش می‌یابد و سبب حفظ آب گیاهان می‌شود این افزایش در گیاه موجب اختلال در رشد سلول و در نتیجه تجمع پروتئین‌ها در سلول می‌شوند (Yu *et al*., 1995). افزایش آرسنیک باعث کاهش میزان پروتئین کل در گیاهان می‌شود زیرا اکثر گیاهان قادر به حفظ تعادل فلز تحت تنش آرسنیک نیستند و در نتیجه فعالیت پروتئازها افزایش یافته و روند تخریب پروتئین‌ها زیادتر می‌شود (Palma *et al*., 2002). همچنین تنش اکسیداتیو باعث افزایش تولید گونه‌های اکسیژن فعال شده و در نتیجه میزان پروتئین کل در گیاهان مختلفی از جمله گیاه شب بو را کاهش می‌دهد (Seth *et al*., 2008). گیاهان در پاسخ به تنش آرسنیک فعالیت آنزیم‌ها آنت اکسیدانی از قبیل پراکسیداز و کاتالاز را افزایش می‌دهند و این آنزیم‌ها باعث تبدیل پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن می‌شوند (Hasanuzzaman and Fujita, 2013). در گیاه گوجه فرنگی افزایش آرسنیک سبب بالاتر رفتن فعالیت آنزیم پراکسیداز گردیده است (Karimi and Souri 2013c) که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. Srivastava و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که تلقیح بذور نخود با بـاکتری‌هـای حـل کننده فسفات منجر به افزایش ارتفاع بوته، طول ریشه و عملکرد دانه گردیـد. Jha و همکاران (۲۰۱۱)

باکتری‌های حل‌کننده فسفات را روی عملکرد ماش سبز مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که تلقیح این باکتری‌ها باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شد.

نتیجه‌گیری کلی

طبق نتایج این تحقیق اضافه کردن کود زیستی فسفاته به بستر کشت، باعث بهبود رشد و نمو گیاه نعناع سبز بخصوص در شرایط تنش ناشی از آرسنیک شد. تأثیر کود زیستی فسفاته بر روی گیاه نعناع سبز در شرایط تنش شدید به مقدار زیادی کمتر بود و تأثیر زیادی در رشد و نمو گیاه نعناع سبز مشاهده نشد و بهترین تأثیر کود زیستی فسفاته در شرایط تنش متوسط مشاهده شد. بنابراین، جهت افزایش گیاهان کشت شده در شرایط تنش ناشی از آرسنیک می‌توان از کودهای زیستی فسفاته استفاده کرد، و جهت بهبود سرعت رشد و نمو و کاهش اثر تنش، غلظت ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم کود زیستی فسفاته برای گیاه نعناع سبز پیشنهاد می‌شود.

منابع

Baja, Shavindra, & Mohanty, Amitabh. (2005). Recent advances in rice biotechnology towards genetically superior transgenic rice. Plant Biotechnology Journal, 3(3), 275-307.

Dordas, C. (2009) Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation: partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source-sink relation. European Journal of Agronomy, 30: 129-139.

Naomi, J., & Forbes, Liza. (2014). Arsenic-interacting plant proteins as templates for arsenic specific flotation collectors? A review. Minerals Engineering, 64, 67-77.

Javan Siamardi, S., Rezaei Kahkha, M.R., Safaei Moghaddam, A. & Noori, R. (2014) . Survey of Heavy Metals Concentration (Fe). ،Ni ،Cu ،Zn ،(Pb) in Farmland Soils of Sistan Central Part. Journal of Environmental Health Engineering, 1, 46-53.

Jha, Anamika, Sharma, Divya, & Saxena, Jyoti. (2012). Effect of single and dual phosphate-solubilizing bacterial strain inoculations on overall growth of mung bean plants. Archives of Agronomy and Soil Science, 58(9), 967-981.

Yu, TQ, Chai, LN, & Liu, ZP. (1995). Expression of the soluble protein in water-stressed wheat seedlings and the drought-resistant proteins. Journal of Beijing Agricultural College, 10(1), 26-31.

Effect of different concentrations phosphate biofertilizer on growth and physiological and biochemical characterestics of Spearmint (*Mentha spicata L.)* under arsenic stress

[1]Jamal Hekmati*, [2]Yousef Hamidoghli, [3]Behrooz Esmaielpour, [4]Mahmood Ghasemnezhad
[1*,2,4] Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[3]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran
[*]*Corresponding Author:jamalhekmati@yahoo.com*

Abstract
Recently, heavy metals contamination is one of the main environmental stress in agroecosystems. Therefore, in this study, the effect of phosphate biofertilizer on increasing arsenic tolerance of Spearmint on a factorial experiment in completely randomized design with six replications under greenhouse consition at University of Guilan was investiageted during 2016. Treatments consisting of different levels of arsenic (0, 50, 100 mg/kg soil) and phosphate biofertilizer (0 and 0.5 mg/kg soil). The results showed that with increasing arsenic concentration from 0 to 100, root dry weight, plant fresh weight, leaf number, caratenoids content respectively 2.65 (g), 2.8 (g), 4.88 (number of leaf) and 2.05 (mg) decreased. Phosphate biofertilizer application also increased relative moisture content, plant fresh weight, carotenoid. The comparison of mean interaction of fertilizer × arsenic showed that the lowest plant height, plant dry weight and leaf was found in 100 mg/kg arsenic without phosphate biofertilizer respectively 11.28 (cm), 8.28 (g), 12.052 (cm^2) and 0.229 (mg) decreased. Furthermore, application of phosphate biofertilizer in different arsenic treatments was increased proline content, polyphenol oxidase, peroxidase, carbohydrate, total chlorophyll, chlorophyll a, b increased and arsenic concentration in roots and shoots decreased. The results showed that phosphate biofertilizer could partially improve the growth and resistance of arsenic plants to arsenic stress.

Keywords: Antioxidant Enzymes, Chlorophyll , Heavy metals,Biofertilizer.