تأثیر مقادیر مختلف فسفر (بیولوژیک و شیمیایی) بر کلروفیل a، b و کلروفیل کل و سطح برگ گیاه دارویی مرزه تابستانی (*Satureja hortensis*)

علی مشمول [۱]، علیرضا پیرزاد [۲*]، عباس حسنی [۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی (گیاهان دارویی)، دانشگاه ارومیه، ارومیه. ۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه ارومیه، ارومیه.
۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه.

چکیده

برای ارزیابی تأثیر مقادیر مختلف فسفر شیمیایی و بیولوژیک بر کلروفیل a، b، کلروفیل کل و سطح برگ مرزه تابستانی آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل فسفر شیمیایی (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل) و فسفر بیولوژیک (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار از باکتری‌های Pseudomonas putida (سویه P۱۳) و Basilus lentus (سویه P۵) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل فسفر شیمیایی و فسفر بیولوژیک بر کلروفیل a، کلروفیل کل و سطح برگ معنی‌دار شد، ولی کلروفیل b تحت تأثیر مقادیر مختلف فسفر شیمیایی و بیولوژیک قرار نگرفت. بیشترین کلروفیل a (۰/۶۹۹ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی و ۲۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک، کلروفیل کل (۱/۰۵۶ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی و ۳۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک و سطح برگ (۶۳۸۹۰ میلی‌متر مربع در یک بوته) از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون فسفر بیولوژیک بدست آمد. کمترین کلروفیل a (۰/۳۵۸ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) و کلروفیل کل (۰/۵۶ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) از تیمار بدون استفاده از فسفر شیمیایی و فسفر بیولوژیک و کمترین سطح برگ (۲۵۰۳۱ میلی متر مربع در یک بوته) از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی و ۱۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک بدست آمد.

کلمات کلیدی: *Pseudomonas putida*، سطح برگ، *Basilus lentus*، فسفر شیمیایی، کلروفیل، مرزه تابستانی

مقدمه

مرزه تابستانی (Summer Savory) با نام *علمی* .*Satureja hortensis* L یکی از گونه‌های معروف و مهم و دارای مصارف دارویی در دنیا می‌باشد (سفیدکن و همکاران، ۱۳۸۳). مرزه از خانواده نعناع، اغلب در مناطق مدیترانه پراکنده شده است. این جنس در ایران دارای ۱۵ گونه می‌باشد که از میان آنها ۹ گونه بومی ایران می‌باشد (قهرمان، ۱۳۷۸). مرزه نخستین بار در ایتالیا مورد کشت و پرورش قرار گرفت (قهرمان، ۱۳۷۸).

مهمترین مسئله در مورد افزایش عملکرد محصول و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، تغذیه‌ی متعادل گیاه است (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۸۴). فسفر یکی از مهمترین عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان است که در نقل و انتقالات انرژی، فرآیندهای متابولیسمی گیاه، تقسیم سلولی، ساختمان فسفولیپیدهای دیواره سلول‌های گیاهی، توسعه قسمت‌های زایشی گیاه، رشد و تکمیل ریشه‌های فرعی و مویی، تکمیل و انتقال موادی همانند قندها و نشاسته نقش دارد (ایران نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۴؛ Bennett, ۱۹۹۳; Havlin et al., ۱۹۹۹; Marschner, ۲۰۰۲). باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات گروهی از ریز موجودات را در بر می‌گیرند که قادرند فسفر نامحلول در خاک را به فرم محلول و قابل دسترس گیاه تبدیل کنند، از مهمترین جنس‌های این خانواده می‌توان به Bacillus و Pseudomonas اشاره کرد (Tilak et al., ۲۰۰۵). با توجه به اهمیت دارویی و ادویه‌ای مرزه و اثرات بسیار زیاد فسفر بر چرخه‌ی زندگی گیاه، نیاز به جایگزین کردن منبعی به جای کودهای شیمیایی فسفره لازم و ضروری است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در طی بهار و تابستان سال ۱۳۹۰ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا گردید، میزان عناصر خاک محل آزمایش شامل نیتروژن (۰/۱۲)، فسفر (۸/۴)، پتاسیم (۲۷۵)، آهن (۷/۳۵)، روی (۰/۳) میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور، کود شیمیایی فسفر در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل) و باکتری‌های حل کننده فسفات در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ گرم در هکتار از باکتری‌های Pseudomonas putida (سویه P۱۳) و Basilus lentus (سویه P۵))، با سه تکرار انجام شد. برای تعیین میزان کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و قرائت در طول موج های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر انجام شد (اوسطی، ۱۳۷۱). برای اندازه‌گیری سطح برگ دستگاه Leaf area meter مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسات میانگین با استفاده از همین نرم افزار با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر مقادیر مختلف فسفر شیمیایی و باکتری‌های حل‌کننده فسفر (فسفر بیولوژیک) نشان داد که اثر متقابل بین فسفر شیمیایی و بیولوژیک روی کلروفیل کل و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد و کلروفیل a در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد ولی کلروفیل b تحت فسفر شیمیایی و بیولوژیک قرار نگرفت (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس تأثیر مقادیر مختلف فسفر شیمیایی و بیولوژیک بر صفات مورفولوژیکی

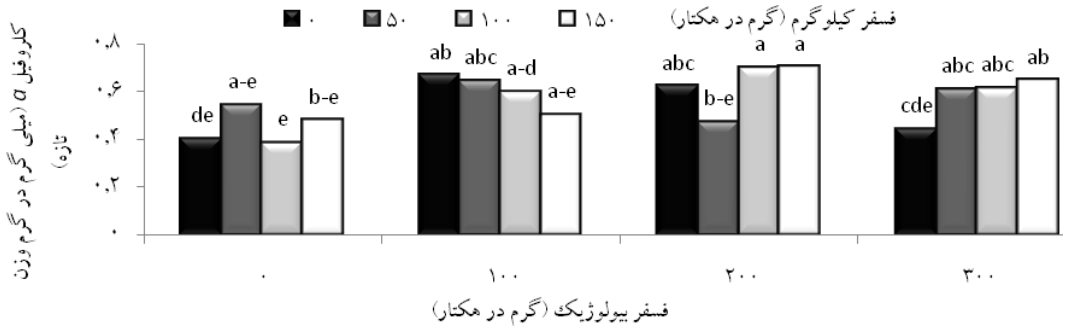
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	سطح برگ
بلوک	۲	۰/۰۴۰*	۰/۰۳۲ns	۰/۰۱۲ns	۳۰۲۴۳۱ns
فسفر شیمیایی (A)	۳	۰/۰۰۶ns	۰/۰۱۸ns	۰/۰۵۵ns	۳۶۲۳۰۱۰**
فسفر بیولوژیک (B)	۳	۰/۰۷۱**	۰/۰۰۴ns	۰/۰۹۹**	۴۲۹۳۲۷۴**
A × B	۹	۰/۰۲۹*	۰/۰۲۱ns	۰/۰۶۶**	۲۴۳۴۵۰۴**
اشتباه آزمایشی	۳۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	۵۱۱۶۱۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۸/۹۶	۴۰/۵۰	۱۷/۴۲	۱۶/۱۷

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار

کلروفیل a و b

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a برگ (۰/۶۹۹ میلی گرم در گرم وزن تازه) از تیمار ۲۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی به‌دست آمد. کمترین کلروفیل a (۰/۳۸۵ میلی گرم در گرم وزن تازه) مربوط به تیمار ۱۰۰ گرم در هکتار فسفر شیمیایی بدون فسفر بیولوژیک بود. در کاربرد ۱۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک با افزایش کاربرد کود شیمیایی کلروفیل a سیر نزولی و در کاربرد ۳۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک با افزایش فسفر شیمیایی سیر صعودی و همچنین با افزایش کاربرد فسفر بیولوژیک، بدون کاربرد فسفر شیمیایی کلروفیل a روند کاهشی داشت (شکل ۱).

با توجه با نتایج تجزیه واریانس کلروفیل b تحت تأثیر مقادیر مختلف فسفر شیمیایی و فسفر بیولوژیک قرار نگرفت.

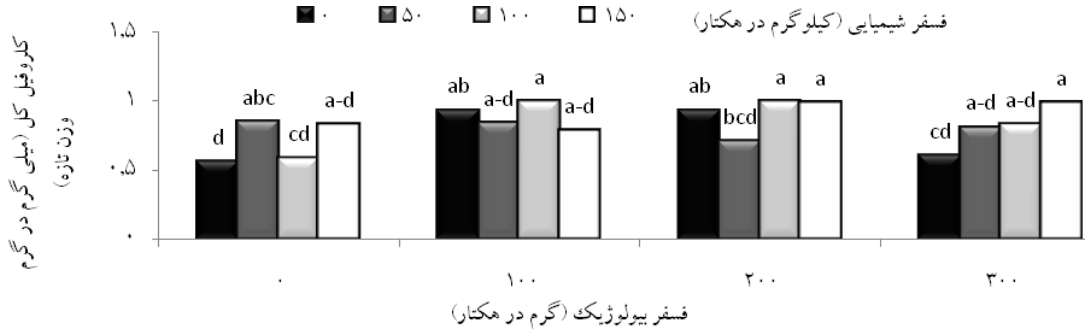


شکل ۱- مقایسه میانگین‌های کلروفیل a تحت تأثیر مقادیر مختلف فسفر بیولوژیک و شیمیایی.
حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

کلروفیل کل

بیشترین غلظت کلروفیل برگ (۱/۰۵ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) از تیمار ۳۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی به‌دست آمد. کمترین غلظت کلروفیل کل (۰/۵۶ میلی‌گرم در گرم وزن تازه) مربوط به تیمار عدم استفاده از فسفر بیولوژیک و شیمیایی بود. در کاربرد ۳۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک با افزایش مقادیر فسفر شیمیایی کلروفیل کل افزایش یافت. در تیمارهای بدون فسفر شیمیایی افزودن فسفر بیولوژیک تا ۲۰۰ گرم در هکتار باعث افزایش کلروفیل شد، ولی مقادیر بالاتر فسفر منجر به کاهش کلروفیل کل برگ گردید. با مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر شیمیایی در هکتار، افزایش فسفر بیولوژیک همواره منجر به کاهش کلروفیل کل برگ شد. در حالی که در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم فسفر شیمیایی، تا ۲۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک کلروفیل کل را افزایش داد ولی در مقادیر بالاتر از آن کلروفیل کل برگ کاهش یافت. در مقادیر فسفر شیمیایی زیاد (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) کاربرد فسفر بیولوژیک تأثیری بر میزان کلروفیل کل برگ نداشت (شکل ۲).

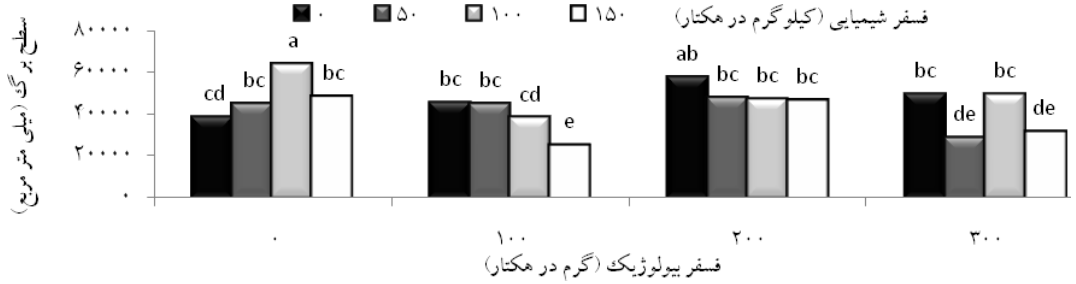
بررسی‌های انجام شده نیز نشان دهنده نقش مؤثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات در بهبود جذب فسفر و در نتیجه افزایش رشد ریشه است. افزایش رشد در ریشه نیز موجب بهبودی جذب عناصری که در کلروفیل نقش دارند مانند منیزیم، منگنز و روی از طریق فرآیند جذب ریشه‌ای می‌گردد (Khan et al., ۲۰۰۹; Barber, ۱۹۹۵). کودهای حل‌کننده فسفات شامل مؤثرترین باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌باشد که علاوه بر محلول کردن فسفات با تولید انواع هورمون‌ها مانند اکسین، جیبرلین و همچنین ترشح اسیدهای آمینه موجب رشد و توسعه ریشه و فتوسنتز قسمت‌های هوایی گیاه می‌گردد و در نهایت تأثیر مثبت بر مقدار کلروفیل می‌گذارد (Marschner, ۱۹۹۵).



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های کلروفیل کل تحت تأثیر مقادیر مختلف فسفر بیولوژیک و شیمیایی.
حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

سطح برگ یک بوته

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین سطح برگ یک بوته (۶۳۸۹۰ میلی‌متر مربع) از تیمار عدم کاربرد فسفر بیولوژیک با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر شیمیایی بدست آمد که با کاربرد تیمار ۲۰۰ گرم در هکتار فسفر بیولوژیک با عدم استفاده فسفر شیمیایی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در کاربرد فسفر بیولوژیک تا سطح ۲۰۰ گرم در هکتار بدون استفاده از کود شیمیایی و در کاربرد کود شیمیایی، بدون استفاده از فسفر بیولوژیک تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، سیر صعودی در افزایش سطح برگ مشاهده شد هر چند در اکثر تیمارها از لحاظ آماری اختلاف زیادی وجود نداشت (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های سطح برگ مرزه تحت تأثیر مقادیر مختلف فسفر بیولوژیک و شیمیایی.

حروف غیر مشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد (آزمون دانکن).

فسفر پس از جذب توسط گیاه، برای ساختن ترکیبات زیستی مختلف از جمله، نوکلئوتیدها، فسفوپروتئین‌ها، فسفولیپیدها، قندهای فسفردار، فیتین و سایر ترکیبات آلی فسفردار جهت انجام اعمال فیزیولوژیک مانند تقسیم‌سلولی، تنفس‌سلولی، رشد و تکامل ریشه خصوصاً ریشه‌های فرعی و مویین، بلوغ گیاه، مقاومت در برابر بیماری‌ها، فتوسنتز و رشد کلی گیاه و در تنظیم pH داخلی سلول‌ها نقش دارد (Liu et al., ۱۹۹۷; Okusanya and Fawole, ۱۹۸۵). ریزسازواره‌های حل‌کننده فسفات، از طریق افزایش جذب فسفر و انتقال آن به سلول‌های گیاه، سبب افزایش فتوسنتز، تولید مواد فتوسنتزی و تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها و افزایش طول و عمق نفوذ ریشه، به این ترتیب رشد گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و در نهایت رشد گیاه افزایش می‌یابد (Fankem et al., ۲۰۰۶; Song, ۲۰۰۵). مصرف زیاد کود شیمیایی، نه تنها هزینه را بالا می‌برد بلکه منجر به کاهش عملکرد به دلیل استقرار نامناسب باکتری شده و با تثبیت سریع منبع فسفر خاک، گیاه دارای کمبود این منبع می‌گردد (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۰). پس احتمالا می‌توان نتایج بدست آمده را این چنین توجیه کرد.

منابع

اوسطی، ز. ۱۳۷۱. روشهای آزمایشگاهی در بیوشیمی. انتشارات بخش فرهنگی دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی. ۱۵۳ صفحه.

ایران‌نژاد، ح. و ن. شهبازیان. ۱۳۸۴. زراعت غلات جلد دوم. انتشارات کارند. ۳۵۲ صفحه.

سفیدکن، ف.، ز. جمزاد و م. م. برازنده. ۱۳۸۳. اسانس Satureja bachtiarica Bunge به عنوان منبعی غنی از کارواکرول. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۰ (۴): ۴۲۵-۴۳۹.

قهرمان، ا. ۱۳۷۸. فلور رنگی، جلد۱۷. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. ۱۲۵ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و م، م. تهرانی. ۱۳۸۴. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی عناصر خرد با تأثیر کلان. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۳۹۸ صفحه.

Barber, S. A. ۱۹۹۵. Soil Nutrient Bioavailability, A Mechanistic Approach. Wiley and Sons Publications. ۴۱۴ pp.

Bennett, W. F. ۱۹۹۳. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms (Editor, Bennett, W. F). American Phytopathological Society Press St. Paul. ۲۰۲ pp.

Fankem, H., D. Nwaga, A. Deubel, L. Dieng, W. Merbach, and F. X. Etoa. ۲۰۰۶. Occurrence and functioning of phosphate solubilizing microorganisms from oil palm tree (Elaeis guineensis) rhizosphere in Cameroon. African Biotechnology. ۵: ۲۴۵۰-۲۴۶۰.

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale, and W. L. Nelson. ۱۹۹۹. Soil fertility and fertizers: an introduction to nutrient management. Prentice Hall. ۵۲۸ pp.

Khan, M. S., A. Zaidi, and P. A. Wani. ۲۰۰۹. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture: A review. Biomedical and Life Sciences. ۵: ۵۵۱-۵۷۰.

Liu, C., U. S. Muchhal, and K. G. Raghothama. ۱۹۹۷. Differential expression of TPSII, a phosphate starvation-induced gene in tomato. Plant Molecular Biology. ۳۳: ۸۶۷-۸۷۴.

Marschner, H. ۱۹۹۵. Mineral Nutrition of Higher Plants (۲nd Edition). Academic Press. ۸۹۷ pp.

Marschner, H. ۲۰۰۲. Mineral nutrition of higher plants (۲nd Edition). Academic Press. ۸۸۹ pp.

Okusanya, O. T. and T. Fawole. ۱۹۸۵. The possible role of phosphate in salinity tolerance of Lavatera arborea. Journal of Ecology. ۷۳: ۳۱۷-۳۲۲.

Song, H. ۲۰۰۵. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its Mechanisms. Electronic Journal Biology. ۱ (۳): ۴۴-۴۸.

Tilak, K. V. B. R., N. Ranganayaki, K. K. Pal, A. K. Saxena, C. S. Nautiyal, S. Mittal, A. K. Tripathi, and B. N. Johri. ۲۰۰۵. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science Association, Bangalore. ۸۹: ۱۳۶-۱۴۹.

Effect of varying phosphorus amounts (biological and chemical) on the chlorophyll a, b, total chlorophyll and leaf area in Summer savory (*Satureja hortensis*) medicinal plant

Ali Mashmoul[۱], Alireza Pirzad[*۲], Abbas Hasani[۱]

[۱]MSc. Educated, Department of Horticulture (Medicinal Plants), Urmia University, Urmia, Iran
[۲]Associated Professor, Department of Agronomy, Urmia University, Urmia, Iran
[۳]Associated Professor, Department of Horticulture Urmia University, Urmia, Iran

Abstract

To evaluate the effect of chemical and biological phosphorus on the chlorophyll a and b and total Chlorophyll and Leaf Area of Satureja hortensis, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in ۲۰۱۱. Treatments were chemical phosphorus (۰, ۵۰, ۱۰۰ and ۱۵۰ kg/ha P_2O_5 as triple super phosphate) and biological phosphorus (۰, ۱۰۰, ۲۰۰ and ۳۰۰ g/ha of Pseudomonas Putida (Strain P۱۳) and Bacillus lentus (Strain P۵). Results of ANOVA showed the significant interaction effect between chemical and biological phosphorus on chlorophyll a, total Chlorophyll and Leaf Area. The chlorophyll b was not affected by chemical and biological phosphorus varying amounts. The highest chlorophyll a (۰.۶۹۹ mg/g fresh weight), total Chlorophyll (۱/۰۵ mg/g fresh weight) and Leaf Area (۶۳۸۹۰ mm^2/plant) was obtained from ۱۵۰ kg/ha of chemical phosphorus + ۲۰۰ g/ha of biological phosphorus, ۱۵۰ kg/ha of chemical phosphorus + ۳۰۰ g/ha of biological phosphorus, ۱۰۰ kg/ha of chemical phosphorus + ۰ g/ha of biological phosphorus, respectively. The minimum amounts of chlorophyll a (۰،۳۵۸ mg/g fresh weight) was obtained from ۱۰۰ kg/ha chemical phosphorus + ۰ g/ha biological phosphorus, total Chlorophyll (۰،۵۶ mg/g fresh weight) related to treatment ۰ kg/ha of chemical phosphorus + ۰ g/ha of biological phosphorus and minimum Leaf Area (۲۵۰۳۱ mm^2/plant) was obtained from ۱۵۰ kg/ha of chemical phosphorus + ۱۰۰ g/ha of biological phosphorus.

Keywords: *Bacillus lentus*, chemical phosphorus, Chlorophyll, Leaf Area, *Pseudomonas putida*, *Satureja hortensis*.