یافته‌های نوین در علوم زیستی
جلد ۷، شماره ۳، صفحات ۳۴۶الی ۳۵۴ (۱۳۹۹)
انتشارات دانشگاه خوارزمی

Nova Biologica Reperta 7(3): 346-354 (2020)
Print ISSN: 2423-6330/Online ISSN: 2476-7115
https://nbr.khu.ac.ir; Kharazmi University Press; DOI: 10.29252/nbr.7.3.346

بررسی تاثیرات خاکستر آتشفشانی کوه دماوند بر شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی لوبیا

رقیه حیدری[۱]، رامین عزتی[۱] و محمدعلی زاهد[۲]

[۱]گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران؛ [۲]گروه علوم سلولی و مولکولی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران
مسئول مکاتبات: رقیه حیدری، std_Roghayehheydari71@khu.ac.ir

چکیده. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر خاکستر آتشفشانی دماوند بر شاخص‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی لوبیا به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک برگ در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی (۰/۰۰۹۹ گرم) مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد بهینه محتوای قند محلول در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی به میزان ۰/۶۵۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ (mg/g D.W.) به‌دست آمد. بیشترین محتوای پروتئین و بهینه فعالیت آنزیم پراکسیداز به ترتیب با مقدار ۰/۶۸۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ (mg/g F.W.) و ۰/۰۸۲ تغییرات واحد جذب در طول موج ۴۷۰ نانو متر بر میلی‌گرم بر پروتئین (A470/mg/protein) مشاهده شد. بنابراین می‌توان ادعا کرد که خاکستر آتشفشانی ممکن است موجب افزایش رشد گیاه و بیوسنتز ترکیبات آلی مانند آهن و آلومینیوم گردد.

واژه‌های کلیدی. باقلائیان، تیماردهی، ویژگی‌های مورفولوژی، قند محلول، پروتئین کل

The effects of Damavand volcanic ash on some morphological and physiological characteristics of *Phaseolus vulgaris*

Roghayeh Heydari[1], Ramin Ezzati[1] & Mohammad Ali Zahed[2]

[1]Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran; [2]Department of Cell and Molecular Sciences
Correspondent author: Roghayeh Heydari, std_Roghayehheydari71@khu.ac.ir

Abstract. The purpose of this study was to investigate the effect of Damavand volcanic ash on the morphological and physiological characteristics of beans as a factorial experiment in a completely randomized design. The results showed that the highest dry leaf weight was observed in 100 mg/L treatment per liter of volcanic ash (0.0099 g). The results also showed that the optimal sugar content of the soluble sugar at 100 mg/L of volcanic ash was 0.650 (mg/g D.W.). The highest protein content and optimal peroxidase activity were observed with 0.68 (mg/g F.W.) and 0.082 (A470/mg/protein), respectively. Therefore, it can be argued that volcanic ash may increase plant growth and biosynthesis of organic compounds such as iron and aluminum.

Keywords. Fabaceae, treatments, growth characteristics, soluble sugar, total protein

Received 28.04.2019/ Revised 22.05.2019/ Accepted 07.07.2019/ Published 21.11.2020
دریافت ۱۳۹۸/۰۲/۰۸/اصلاح ۱۳۹۸/۰۱/۰۱/پذیرش ۱۳۹۸/۰۴/۱۶/انتشار ۱۳۹۹/۰۹/۰۱

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]
[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]

[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]

مقدمه

ماگما جز فراوان‌ترین مواد آتشفشانی است و اصطلاحی کلی برای توصیف قطعاتی از سنگ‌های آتشفشانی و گدازه‌هایی با اندازه‌های مختلف خارج شده از دهانهٔ آتشفشان‌ها محسوب می‌گردد (Kaya et al., 2002). خاکستر آتشفشانی یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهندهٔ ماگما با اندازهٔ ذرات کمتر از ۲ میلی‌متر است که قطعات مواد معدنی، لیتیک و خرده‌شیشه را شامل می‌شود. خاک-های آتشفشانی دارای برخی ویژگی‌های منحصربه‌فرد شامل رنگ تیره خاک، پایداری بسیار زیاد، چگالی پایین و ظرفیت بالای نگهداری آب هستند (Ping et al., 1989). خاک‌های آتشفشانی جوان دارای مقدار زیادی ماکرو پور یا روزنه‌های بزرگ در اندازه‌های بیشتر از ۱۰۰ پیکومتر و نیز مقدار کمتری از میکرو پور در اندازهٔ بیشتر از ۰/۴ پیکومتر و مزوپور در اندازهٔ بین ۰/۴ تا ۶ پیکومتر هستند. زیاد بودن منافذ ماکرو پور به ظرفیت بالای نگهداری آب در خاک‌های آتشفشانی کمک می‌کند (Nanzyo, 2007). ازآنجایی‌که خاک‌های آتشفشانی دارای مواد آلی یا آلوفان با ساختارهای توخالی، کروی و با اندازهٔ ۰/۳ تا ۰/۵ میکرون هستند، قادرند به عبور آب از بین منافذ خود کمک کنند. به همین جهت پیشنهاد شده است علاوه بر تیماردهی گیاهان با خاکستر آتشفشانی (به‌صورت اسپری برگی) می‌توان به‌عنوان بستری برای رشد گیاهان نیز به شمار آیند (Parfit & Wilson, 2008). خاک‌های آتشفشانی چندین خاصیت مهم دارند که آن‌ها را جهت استفاده به‌عنوان کود مغذی برای گیاهان مناسب ساخته است: ۱) ازنظر مورفولوژیکی این خاک مخلوطی مرکب از ترکیبات شامل بازالت و اندزیت است، ۲) به دلیل دارا بودن عناصر مغذی می‌تواند درجهت تأمین رشد ریشه نقش به-سزایی ایفا کند، ۳) این خاک ازنظر ترکیبات آپاتیت یا کلسیم فسفات نسبتاً غنی است و ۴) خاک‌های آتشفشانی قابلیت دسترسی گیاهان به آب را افزایش می‌دهند.

با توجه به موارد ذکرشده درصورتی‌که این خاک‌ها به‌عنوان بستری برای گیاهان مورداستفاده قرار گیرند می‌توانند محیطی مناسب را برای ریشه‌ها حتی در عمق‌های زیاد نیز فراهم کنند. همچنین مقدار زیادی از آب و مواد مغذی را در اختیار گیاهان قرار دهند (Otsuka et al., 1988).

در دههٔ گذشته مصرف کودهای شیمیایی، اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی نظیر آلودگی خاک و همچنین مشکلاتی را برای سلامت انسان‌ها به همراه داشته است. در حال حاضر مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از مصرف جهانی (۱۰۱ کیلوگرم در هکتار) و معادل میانگین مصرف در کشورهای توسعه‌یافته است (۱۱۰ کیلوگرم در هکتار)، اما عمدتاً به دلیل عدم آگاهی کشاورزان، فقدان شناخت کافی نیاز کودی گیاهان زراعی و نیز عدم رعایت تعادل بین عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، تولید در واحد سطح بسیار کمتر از کشورهای توسعه‌یافته است (Savci, 2012). هرچند استفاده از کودهای معدنی سریع‌ترین راه برای تأمین حاصلخیزی خاک محسوب می‌شوند لیکن می‌توان هزینه‌های زیاد مصرف کود و آلودگی‌های محیط‌زیست را از معایب آن برشمرد. بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از منابع طبیعی نه‌تنها مشکلات آلودگی زیست‌محیطی را به دنبال ندارد، بلکه ازنظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه است (Laegreid et al., 1999). افزایش روزافزون تولیدات و مشکلات به وجود آمده ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی ضرورت استفاده از روش‌های پیشرفته‌تری ازجمله محلول-پاشی را بیشتر نمایان می‌سازد. تغذیه برگی یکی از روش‌های مطلوب در کشاورزی است که علاوه بر بهبود عملکرد گیاهان، تا حد زیادی کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات زیست‌محیطی ناشی از آن‌ها را به‌دنبال دارد، از سویی دسترسی آسان گیاهان به عناصر غذایی را تسهیل نموده و از تجمع بیش‌ازحد عناصر در خاک-ها جلوگیری می‌کند (Sultana et al., 2018).

مطالعات گسترده‌ای در ارتباط با جذب عناصر غذایی از طریق محلول پاشی انجام شده است و نشان داده شده است که گیاهان دارای پتانسیل بالقوه‌ای در جهت جذب عناصر غذایی از طریق برگ‌ها و اندام‌های هوایی هستند (Bukovac & Wittwer, 1957)، به‌طوریکه با این روش جذب عناصر غذایی در حدود ۹۵ درصد بوده در صورتی‌که جذب از طریق ریشه وابسته به شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک متغیر و حدود ۱۰ درصدگزارش شده است (Cifuentes et al., 2010).

خاک‌های آتشفشانی دارای کاتیون‌های مختلفی ازجمله سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و همچنین دارای آنیون‌های متنوعی شامل کلر، سولفات و فلورید هستند که نقش به‌سزایی در حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی دارند (Chakrborty et al., 2015). خاکستر آتشفشانی می‌تواند به‌عنوان کود طبیعی برای گیاهان مورداستفاده قرار گیرد (Nakagawa & Ohba, 2003).

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ پروتئین به‌شمار می‌رود و قسمت عمده‌ای از زنجیرهٔ غذایی مردم جهان به‌خصوص آسیا و آمریکای جنوبی را شامل می‌شود (Celmeli et al., 2018). دانه لوبیا طیف وسیعی از ترکیبات مانند مواد معدنی، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و دیگر ترکیبات شیمیایی را دارا است. طی ۱۵ سال گذشته، پیشرفت‌های فراوانی درزمینهٔ شناسایی خصوصیات کمی و مطالعهٔ ژنتیک پروتئین‌های عمده ذخیره‌ای لوبیای زراعی و خویشاوندان وحشی آن صورت گرفته‌است. گیاه لوبیا به دلایل مختلفی ازجمله توانایی رشد در سیستم‌های مختلف کشت و توانایی تثبیت ازت، امکان کاربرد در

کشاورزی پایدار، کم بودن میزان مواد غیرمغذی، فقدان کلسترول در آن و دارا بودن مقادیر قابل‌توجهی از برخی مواد معدنی، اسیدهای چرب، هیدرات‌های کربن، اسیدآمینه‌های ضروری و میزان کالری زیاد نسبت به سایر باقلائیان در زنجیرهٔ غذایی نقش به‌سزایی دارد (Augustin et al., 1981).

اطلاعات دقیقی درزمینهٔ مطالعهٔ تأثیرات خاکستر آتشفشانی بر خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی گیاهان به‌خصوص در شرایط آزمایشگاهی محدود بوده و بیشتر مطالعات به تأثیرات مخرب خاکستر آتشفشانی بر محیط‌زیست را مدنظر داشته‌اند. بدین منظور بررسی تأثیرات خاکستر آتشفشانی بر فاکتورهای رشدی و فیزیولوژیکی گیاه لوبیا در شرایط آزمایشگاهی یکی از مهم‌ترین اهداف این مقاله بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر خاکستر آتشفشانی دماوند بر شاخص‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی گیاه لوبیا آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. در ابتدا نمونه بذرهای سالم گیاه لوبیا از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیهٔ بذر و نهال تهیه گردید. تعدادی از بذرهای سالم برای کاشت انتخاب شدند که به‌منظور ضدعفونی سطحی از محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد استفاده شد. جهت کشت نمونه بذرهای استریل شده از گلدان‌های حاوی پرلیت با قطر ۱۴ سانتی‌متر استفاده گردید. نحوهٔ جمع‌آوری خاکستر آتشفشانی به‌صورت روش مرکب (Carter & Gregorich, 1998) تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک و حتی‌الامکان نمونه‌برداری از مناطق دست‌نخورده صورت گرفت. همچنین تیمارهای مختلف مطابق با جدول ۲ بر اساس دارا بودن غلظت‌های مختلف از عناصر موجود مورداستفاده قرار گرفت. در ادامه نمونه‌های شاهد توسط محلول هوگلند مورد تیماردهی قرار گرفتند. تیمارها به‌صورت تغذیه برگی (اسپری به اندام‌های هوایی ازجمله برگ) طی یک دورهٔ ۲۸ روزه انجام شد. سنجش‌های موردبررسی در این مطالعه شامل اندازه‌گیری pH خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند، اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) خاک، آنالیز شیمیایی خاک دماوند و خاکستر آتشفشانی به روش XRF سنجش‌های مورفولوژیکی (وزن خشک برگ سوم)، سنجش‌های فیزیولوژیکی (میزان قند محلول، محتوی پروتئین کل و فعالیت آنزیم پراکسیداز) بود. نتایج حاصل توسط برنامه آماری SPSS تجزیه‌وتحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن با سطح اطمینان ≥۰/۰۵ مقایسه شدند.

اندازه‌گیری هدایت الکتریکی و pH خاک

هدایت الکتریکی خاک‌های دماوند و خاکستر آتشفشانی با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی و توسط روش ارائه‌شده (Bohn et al., 1979) انجام شد ضرورت اندازه‌گیری pH خاک به این دلیل است که نقش تعیین‌کننده‌ای در ارتباط باقابلیت جذب عناصر خاک توسط گیاه را دارد (Al-Busaidi et al., 2005). اسیدیته خاک‌های موردمطالعه با استفاده از دستگاه pH متر به روش الکتریکی تعیین شد.

آماده‌سازی محلول هوگلند

جهت تهیه محلول غذایی هوگلند از روش ارائه‌شده توسط هوگلند و آرنون (Hogland & Arnon, 1950) استفاده شد.

سنجش میزان قند محلول و پروتئین کل

برای اندازه‌گیری این شاخص از روش فنل سولفوریک استفاده شد. این روش مبتنی بر آب‌گیری کربوهیدرات محلول است و با تشکیل ترکیب فورفورال که با فنل تولید کمپلکس رنگی می‌دهد، مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی کربوهیدرات محلول، ابتدا با استفاده از نیتروژن مایع نمونه‌های برگی آسیاب شد. در ادامه با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) ۳۰ میلی‌گرم پودر برگ توزین و به آن ۱ میلی‌لیتر محلول اتانول ۸۰ درصد اضافه گردید. مخلوط حاصل بعد از ورتکس و هموژنیزه شدن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. جداسازی عصاره رویی توسط دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۷۰۰۰ دور در دقیقه در مدت‌زمان ۱۰ دقیقه انجام پذیرفت. برای استخراج بهتر کربوهیدرات مجدداً طی دو مرحله دیگر به نمونه‌های برگ موجود در انتهای تیوب، ۱ میلی‌لیتر محلول اتانول ۸۰ درصد اضافه و بعد از ورتکس، اقدام به سانتریفیوژ و جداسازی محلول رویی گردید. این محلول حاصل از سه مرحله استخراج باهم مخلوط و برای بررسی کربوهیدرات محلول به کار گرفته شد. در ادامه ۱ میلی‌لیتر عصاره استخراجی (حاوی کربوهیدرات) به‌اضافه ۱ میلی‌لیتر محلول فنل ۵ درصد و ۴ میلی‌لیتر محلول اسیدسولفوریک غلیظ ۹۸ درصد مخلوط و برای انجام فرایند شیمیایی و ظهور رنگ به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد. با محلول ۸۰ درصد اتانول (به‌عنوان بلانک) جذب دستگاه اسپکتروفتومتر (نانو دراپ) در طول‌موج ۴۹۰ نانومتر صفر و سپس با بررسی میزان تغییر رنگ محلول واکنش، مقدار کربوهیدرات نمونه‌های تحت تیمار و شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت (Kennedy et al., 1998). برای اندازه-گیری پروتئین کل از روش بردفورد (Bradford, 1976) استفاده شد. مبنای این روش بر اساس پیوند کووالانسی برلیانت بلو G-250 با پروتئین و تغییر جذب از ۶۴۵ به ۵۹۵ نانومتر است. نمونه برگی پودر شده در نیتروژن مایع به مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) توزین و به تیوب ۲ میلی‌لیتر منتقل شد سپس ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم با غلظت ۵۰mM با pH برابر ۶/۸ به آن اضافه شد. جداسازی عصاره رویی توسط

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]
[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]

دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس انجام گردید.

روش تهیه معرف برادفورد: ۲۵ میلی‌گرم کوماسی برلیانت بلو در ۱۲/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درصد حل شد. سپس ۲۵ میلی‌لیتر اسید اورتوفسفریک ۸۵ درصد به آن اضافه و درنهایت حجم کل با آب مقطر به ۲۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و معرف در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. معرف برادفورد را پس از تهیه باید به‌خوبی مخلوط و با کاغذ صافی صاف کرد، سپس در فویل پیچید و در جای تاریک در یخچال نگهداری نمود. پس از جداسازی محلول رویی، در تیوب نمونه ۷۵۰ میکرولیتر معرف برادفورد به‌اضافه ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر به‌اضافه ۵۰ میکرولیتر عصاره پروتئینی نمونه گیاهی مخلوط گردید. با محلول۷۵۰ میکرولیتر معرف برادفورد به‌اضافه ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر به‌اضافه ۵۰ میکرولیتر بافر فسفات (به‌عنوان بلانک) جذب دستگاه اسپکتروفتومتر (نانو دراپ) در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر صفر و سپس با بررسی میزان تغییر رنگ محلول واکنش، مقدار پروتئین نمونه‌های تحت تیمار و شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت (Bradford, 1976).

سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز

برای استخراج POD در دمای ۴ درجه سلسیوس از بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH برابر با ۷ شامل ۰/۵ میلی مولار EDTA استفاده شد. سه میلی‌لیتر مخلوط واکنش شامل ۲۷۵۰ میکرولیتر بافر فسفات ۲۵ میلی‌مولار با pH برابر با ۶/۸، ۱۰۰ میکرولیتر گایاکول ۲۵ میلی‌مولار، ۱۰۰ میکرولیتر آب‌اکسیژنه ۴۰ میلی‌مولار، عصاره آنزیمی ۵۰ میکرولیتر، تهیه می‌شود و سپس فعالیت آنزیم پرکسیداز محلول، در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود. محلول بلانک حاوی ۲۸۰۰ میکرولیتر بافر فسفات ۲۵ میلی‌مولار با pH برابر با ۶/۸، ۱۰۰ میکرولیتر گایاکول ۲۰ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر است. تغییرات جذب نور در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه پس از اضافه کردن آب‌اکسیژنه اندازه‌گیری شد و برای محاسبه فعالیت آنزیم به کار گرفته شد. فعالیت آنزیم برحسب تغییرات واحد جذب در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم وزن تازه بر پروتئین محاسبه گردید (Chance & Maehly, 1955).

تجزیه و تحلیل شیمیایی خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند

روش XRF یکی از متداول‌ترین روش‌های تجزیه‌ای است که برای تعیین عناصر اصلی و فرعی در نمونه‌های سنگی از آن استفاده می‌شود در XRF، اشعه ایکس اولیه در لوله تنگستن- مولیبدن یا کروم تولید می‌شود. اشعه ایکس خروجی از لوله در اثر برخورد با نمونه و بمباران آن، الکترون‌های مدارهای داخلی اتم را آزاد می‌کند و فضاهای خالی در پوسته الکترونی اتم‌ها ایجاد می‌شود که این فضاهای خالی معمولاً با الکترون‌هایی با سطح انرژی بالاتر پر می‌شوند. در اثرگذار الکترون از سطح انرژی بالاتر به سطح انرژی پایین‌تر، اشعه ایکس ثانویه (فلورسانس) تولید می‌گردد که مشخصه عنصرهای موجود در نمونه است و به این ترتیب شناسایی عناصر مختلف صورت می‌گیرد. به‌طورکلی جهت بررسی ترکیب شیمیایی خاک مورد مطالعه و تعیین مقادیر عناصر اصلی موجود در آن تعداد سه آنالیز XRF توسط دستگاه XRF زیمنس مدل SRF–303 بر روی نمونه‌ها با استفاده از روش "Smykatz, 1974" انجام شد. نتایج حاصل از این سنجش در جدول ۱ آمده است.

نتایج

هدایت الکتریکی و pH خاک

هدایت الکتریکی (EC) نشان‌دهندهٔ شوری خاک است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، خاکستر آتشفشانی با مقدار EC ۲/۵۱ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر (µSiemens/cm) نسبت به خاک منطقه دماوند با مقدار EC ۱/۳۶ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر شورتر است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH خاک‌های موردنظر نشان‌دهنده این است که خاک دماوند با pH ۵/۲۹ نسبت به خاکستر آتشفشانی منطقه دماوند با pH ۷/۱۵ اسیدی‌تر است.

آنالیز ترکیبات غذایی هوگلند

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل محلول غذایی هوگلند نشان می‌دهد که بیشترین مقدار از عناصر موجود در هوگلند مربوط به پتاسیم با مقدار ۳۲۲ میلی مولار بود در حالی‌که کمترین آن را عنصر مس با مقدار ۰/۰۳ میلی مولار به خود اختصاص داد.

تجزیه و تحلیل شیمیایی خاک دماوند و خاکستر آتشفشانی به روش XRF

نتایج آنالیز خاک دماوند و خاکستر آتشفشانی حاکی از آن است که در بیشتر عناصر تفاوت چشمگیری مشاهده نمی‌شود. این در حالی است که از بین عناصر در هر دو خاک دماوند و خاکستر آتشفشانی تفاوت قابل توجهی بین عنصر آهن مشاهده می‌شود. از آنجایی‌که در این مطالعه تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت، بدین منظور غلظت‌های مختلف هر یک از عناصر در خاک دماوند و خاکستر آتشفشانی (جدول ۲) در تیمارهای مختلف بررسی شد.

وزن خشک برگ سوم گیاه لوبیا تحت تیمارهای خاک دماوند و خاکستر آتشفشانی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که به‌کارگیری غلظت‌های مختلف خاکستر آتشفشانی نسبت به تیمارهای خاک

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]
[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]

دماوند و شاهد اثرات معنی‌داری بر وزن خشک برگ لوبیا در سطح احتمال ≥۰/۰۵ داشته است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی و کمترین آن مربوط به نمونه شاهد بود (شکل ۱).

سنجش میزان قندمحلول و پروتئین کل

به‌طورکلی نتایج داده‌های حاصل از آزمایش نشان می‌دهد که به‌کارگیری غلظت‌های مختلف خاکستر آتشفشانی به‌صورت اسپری برگی نسبت به تیمارهای خاک دماوند و شاهد اثرات معنی‌داری بر میزان قند محلول برگ لوبیا در سطح احتمال ≥۰/۰۵ دارد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که بین تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان داد در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی بیشترین میزان قند محلول و همچنین کمترین میزان قند محلول در نمونه شاهد مشاهده شد (شکل ۲). همچنین سنجش میزان پروتئین کل برگ لوبیا نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری در سطح احتمال ≥۰/۰۵ بین تیمارهای خاکستر آتشفشانی و تیمارهای خاک دماوند و شاهد وجود دارد. بر اساس شکل ۲ مقدار بهینهٔ پروتئین در تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی و کمترین میزان آن در نمونه شاهد مشاهده می‌شود.

سنجش آنزیم پراکسیداز

نتایج حاصل از واریانس داده‌های سنجش آنزیم پراکسیداز برگ گیاه لوبیا نشان می‌دهد که به‌کارگیری غلظت‌های مختلف خاکستر آتشفشانی نسبت به خاک دماوند و شاهد دارای اثرات معنی‌داری در سطح احتمال ≥۰/۰۵ است. با توجه به شکل ۳ بیشترین مقدار آنزیم مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی مشاهده شد، در حالی‌که کمترین میزان آنزیم در نمونه شاهد به‌دست آمد.

جدول ۱- آنالیز ترکیبات معدنی خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند به روش XRF.

Table 1. The analysis of minerals components of volcanic ash and Damavand soil by XRF method.

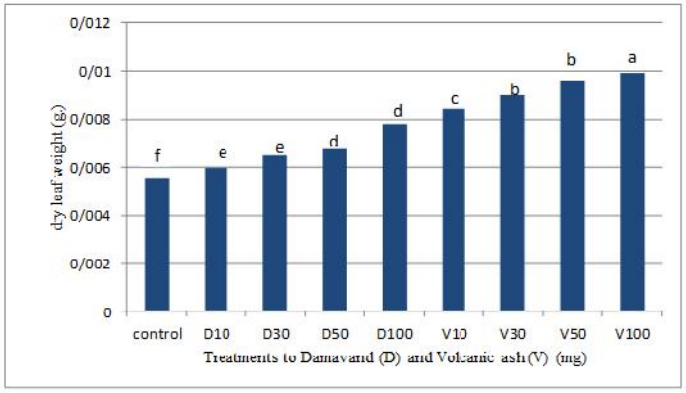
Elements	Volcanic ash (%)	Damavand soil (%)
Si_2O_3	34.5	21.86
Al_2O_3	7.87	4.57
BaO	0.23	0.05
CaO	18.52	19.93
Fe_2O_3	29.35	3.76
K_2O	0.75	1.41
MgO	3	3.67
MnO	0.09	0.15
Na_2O	1.58	1.68
P_2O_5	0.1	0.19
SO3	0.63	1.48
Ti_2O	0.33	0.52
Cr_2O_3	0.05	0.04
LoI	18.86	24.68
Sr	0.08	0.1

جدول ۲- بررسی میزان غلظت هریک از عناصر در تیمارهای خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند.

Table 2. The concentration of elements in volcanic ash and Damavand soil.

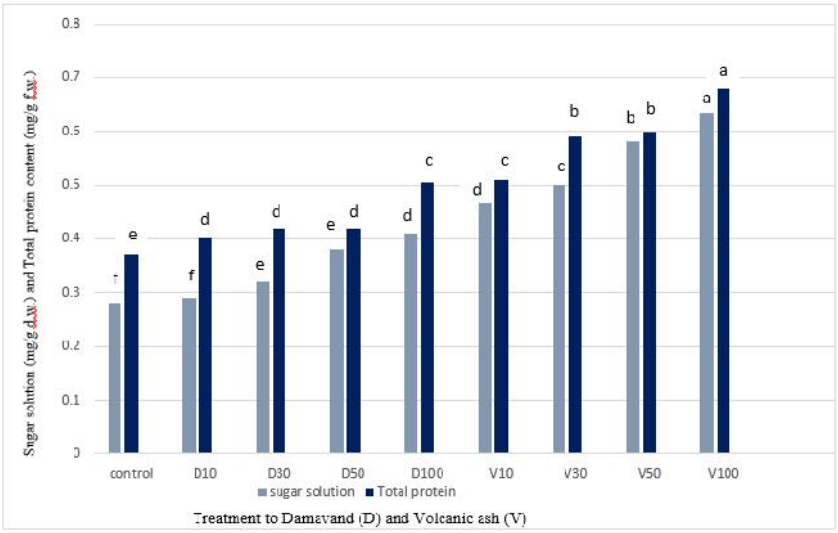
Elements	Treatments (mg L^{1-})							
	V10	V30	V50	V100	D10	D30	D50	D100
Si_2O_3	3.4	10.3	17.2	34.5	2.1	6.5	10.9	21.8
Al_2O_3	0.7	2.3	3.9	7.8	0. 4	1.3	2.2	4.5
BaO	0.02	0. 06	0. 1	0. 2	0. 05	0.01	0.02	0.05
CaO	1.8	5.5	9.2	18.5	19	5.9	9.9	19.9
Fe_2O_3	2.9	8.8	14.6	29.3	3	1.1	1.8	3.7
K_2O	0.07	0. 22	0.37	0. 75	0.14	0. 42	0. 70	1.41
MgO	0. 3	0. 9	1.5	3	3	1.1	1.8	3.6
MnO	0.009	0.027	0.045	0.09	0.015	0.045	0.075	0. 15
Na_2O	0. 15	0. 47	0. 79	0. 15	0.16	0.50	0.84	1.68
P_2O_5	0.01	0.03	0.05	0. 1	0. 019	0.057	0.095	0. 19
SO_3	0.063	0. 18	0.31	0.63	0. 14	0.44	0.84	1.68
Ti_2O	0.033	0.099	0. 165	0. 33	0.052	0. 156	0. 26	0. 52
Cr_2O_3	0.005	0.015	0.025	0.05	0.004	0.012	0.02	0. 04
LoI	1.88	5.65	9.43	18.86	2.46	7.40	12.34	24.68
Sr	0.008	0.024	0.04	0. 08	0. 01	0.03	0.05	0. 1

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]
[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]



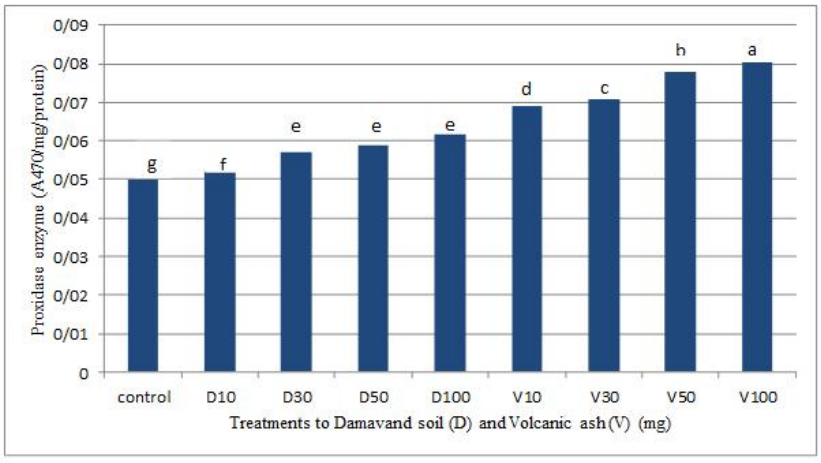
شکل ۱- تغییرات وزن خشک برگ گیاه لوبیا در حضور تیمار اسپری برگی با خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند.

Fig. 1. Changes in dry weight of bean leaves in the presence of leaf spray treatment with volcanic ash and damavand soil.



شکل ۲- تغییرات قندمحلول و پروتئین کل برگ گیاه لوبیا در حضور تیمار اسپری برگی با خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند.

Fig. 2. Changes in sugar solution and total protein of bean leaves in the presence of leaf spray treatment with volcanic ash and damavand soil.



شکل ۳- تغییرات آنزیم پراکسیداز برگ گیاه لوبیا در حضور تیمار اسپری برگی با خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند.

Fig. 3. Changes of peroxidase enzymes in the presence of leaf spray treatment with volcanic ash and damavand soil.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]
[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]

بحث

پژوهشگران بیان داشتند که انفجارهای آتشفشانی موجب افزایش رشد طولی *Nothofagus pumilio* در نزدیکی آتشفشان شده است، بدین معنی که پس از انفجار در فصل رشد، به‌طور متوسط رشد طولی درختان ، دو تا سه برابر بیشتر از حالت عادی مشاهده شد در حالی‌که تغییرات در رشد شعاعی بعد از فوران نسبتاً کمتر بود (Magnin et al., 2016). خاک‌های نشات گرفته از مواد آتشفشانی دارای قابلیت حاصلخیزی بالایی هستند که این حاصلخیزی ناشی از وجود عناصر پرمصرف، کم‌مصرف و موادمعدنی موجود در آن‌ها است که منجر به تایید اثرات مثبت خاکستر آتشفشانی بر رشد گیاهان شده است که با نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش مطابقت دارد (Martin et al., 2009).

طی چند سال اخیر مطالعات متعددی در ارتباط با تأثیر غلظت‌های مختلف هیدروژن بر میزان جذب عناصر غذایی خاک توسط گیاهان انجام شده است، به‌طوری‌که هیدروژن رقابت تنگاتنگی با عناصر تغذیه‌ای دارد و با قرار گیری بر روی بارهای منفی سطح ذرات خاک مانع از انتقال عناصر مغذی به گیاه و حلالیت آن‌ها می‌شود. علاوه بر pH خاک، شار و اندازهٔ مولکول‌های مواد مغذی سبب محدودیت دسترسی گیاهان به عناصر تغذیه‌ای می‌گردد (Martin et al., 2009; Blain et al., 2007). به‌طوری‌کلی یون‌هایی مانند آهن و منگنز به دلیل داشتن ۲ تا ۳ شار مثبت و اندازه مولکولی کم به‌شدت به ذرات خاک متصل می‌شوند و در pHهای بالاتر از ۷، کمتر در دسترس گیاه قرار می‌گیرند. این در حالی است که گوگرد و کاتیون‌های پایه‌ای (منیزیم، کلسیم، پتاسیم و سدیم) دارای اندازه مولکولی زیاد بوده و کمتر به سطح خاک متصل شده و در pHهای ۵ تا ۶/۸ به‌طور آسان‌تری توسط گیاهان استفاده می‌شوند (McCauley et al., 2017).

با توجه به جدول آنالیز عناصر موجود در خاک‌ها (جدول ۲) و همچنین pH قلیایی خاکستر آتشفشانی نسبت به خاک دماوند و نمودارهای رشدی گیاه لوبیا می‌توان این‌گونه استنباط کرد که عناصر مغذی موجود در خاکستر آتشفشانی نسبت به عناصر موجود در خاک دماوند به سهولت بین خاک و گیاهان تبادل پیدا می‌کنند. بررسی‌های انجام‌شده بر روی میزان قندهای محلول برگ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت خاکستر آتشفشانی محتوی قند محلول نیز افزایش می‌یابد، بدین معنی که در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر خاکستر آتشفشانی میزان قند محلول ۰/۶۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک برگ به‌دست آمد. مطالعات نشان داده است که خاکستر آتشفشانی باعث مصرف متابولیکی قندهای محلول موجود در گیاهان شده که این امر مکانیسمی برای تحریک رشد گیاه می‌شود (Maksimovich et al., 2010).

محققان بر این باورند که دیواره سلولی محل اصلی تجمع تعدادی از ایزو آنزیم‌های پراکسیداز است، همچنین مطالعات نشان می دهد که ساخت و تراوش پراکسیدازهای آپوپلاستی که از قبل وجود داشتند، می‌توانند از طریق تغییر شرایط محیطی تنظیم شوند (Dat et al., 2000). پراکسیداز به‌دنبال فعال شدن با پراکسید هیدروژن منجر به اکسیداسیدن بسیاری از مواد آروماتیک شامل دی فنل ها، فنل ها و دیگر ترکیبات هتروآروماتیک می‌شود (Klibanov et al., 1983).

براساس آنالیز ترکیبات معدنی موجود در خاکستر آتشفشانی و خاک دماوند مشخص گردید که میزان آهن به مقدار قابل‌توجهی در هر دو نمونه خاک مورد استفاده دارای اختلاف معنی‌داری است. ازآنجایی‌که آهن یکی از عناصر ضروری و کم‌مصرف گیاه به‌شمار می‌آید کمبود آن سبب تولید ROSها می‌شود و در عملکرد آنزیم‌های موجود در گیاهان تأثیر منفی می‌گذارد. براساس آنالیزهای انجام گرفته خاکستر آتشفشانی دارای مقدار آلومینیوم بیشتری نسبت به خاک دماوند است (جدول ۱). به همین ترتیب کاهش حلالیت آلومینیوم در خاک دماوند سبب کاهش pH خاک و شستشوی یون‌های فلزی قلیایی می‌شود، همچنین افزایش میزان قند محلول وابستگی مستقیمی به افزایش میزان آلومینیوم خاکستر آتشفشانی داشته است. علاوه بر موارد ذکر شده باید اشاره کرد که طی مطالعات انجام‌گرفته سیلیس به‌عنوان یکی از فراوان‌ترین ترکیبات موجود در خاکستر آتشفشانی است که میزان آن نسبت به خاک دماوند بیشتر است. نتایج نشان داد کاهش میزان سیلیس سبب افزایش میزان وزن خشک در گیاهان تحت تیمار خاک دماوند گردید که این نتایج با مطالعات قبلی (Kaya et al., 2002) مطابقت داشت.

نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که عناصر موجود در هر دو خاک مورد مطالعه دارای شباهت زیادی است، اما میزان آهن موجود در خاکستر آتشفشانی نسبت به خاک دماوند دارای افزایش قابل توجهی است. از سویی عنصر سیلیس در خاک دماوند و خاکستر آتشفشانی مشاهده شد در صورتی محلول هوگلند عنصر سیلیس مشاهده نشد و می‌توان عنوان کرد که این اختلاف می‌تواند در بسیاری از فاکتورهای رشدی گیاه تأثیرگذار باشد (Rout & Sahoo, 2015). به‌طورکلی در برخی از مطالعات ممکن است گزارش‌هایی مبنی بر مضرات خاکستر آتشفشانی در دست باشد ولی با توجه به مطالعه انجام‌شده در این پژوهش می‌توان ادعا کرد که خاکستر آتشفشانی در غلظت‌های مطلوبی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]
[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]

به‌عنوان کود مغذی برای گیاهان به‌شمار می‌آید. همچنین در ادامه تست‌ها و آنالیزهای انجام‌شده در این مطالعه، به فاکتورهای زایشی گیاهان مختلف تحت تأثیر خاکستر آتشفشانی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دیگر مانند گلوتاتیون و آسکوربات و موارد دیگر نیز می‌توان پرداخت.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه خوارزمی برای فراهم کردن تجهیزات و شرایط مناسب برای انجام مراحل تحقیق قدردانی می‌شود.

REFERENCES

Al-Busaidi, A., Cookson, P. & Yamamoto, T. 2005. Methods of soil pH determination in calcareous soils: use of electrolyte and suspension effect. Australian Journal of Soil Research 43: 541- 545.

Augustin, J., Beck, C.B., Kalbfleish, G., Kagel, L.C. & Matthews, R.H. 1981. Variation in the vitamin and mineral content of raw and cooked commercial *Phaseolus vulgaris* classes. Journal of Food Science 46: 1701-1706.

Blain, S., Qu´eguiner, B., Armand, L., Belviso, S., Bombled, B., Bopp, L., Bowie, A., Brunet, C., Brussaard, C., Carlotti, F., Christaki, U., Corbi‘ere, A., Durand, I., Ebersbach, F., Fuda, J.-L., Garcia, N., Gerringa, L., Griffiths, B., Guigue, C., Guillerm, C., Jaquet, S., Jeandel, C., Laan, P., Lef‘evre, D., Monaco, C. L., Malits, A., Mosseri, J., Obernosterer, I., Park, Y.-H., Picheral, M., Pondaven, P., Remenyi, T., Sandroni, V., Sarthou, G., Savoye, N., Scouarnec, L., Souhaut, M., Thuiller, D., Timmermans, K., Trull, T., Uitz, J., van Beel, P., Veldhuis, M., Vincent, D., Viollier, E., Vong, L. & Wagener, T. 2007. Effect of natural iron fertilization on carbon sequestration on the Southern Ocean. Nature 446: 1070-1074.

Bohn, H.L., McNeal, B.L. & Connor, G.A. 1979. Soil chemistry. John Wiley & Sons, New York.

Bukvac, M. & Wittwer, S. 1957. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. Plant Physiology 32: 428- 35.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

Carter, M.R., Angers, D.A. & Kunelius, H.T. 1998. Soil structural and stability, and organic matter under cool season perennial grasses. Soil Science Society of America Journal 58: 1194-1199.

Celmeli, T., Sari, H., Canci, H., Sari, D., Adak, A., Eker, T. & Toker, C. 2018. The nutritional content of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in comparison to modern varieties. Agronomy Journal 8: 166.

Chakraborty, K. & Mistri, B. 2015. Soil fertility and its impact on agricultural productivity: a study in sapar mouza, burdwan-I C.D. Block, West Bengal. International Journal of Humanities & Social Science Studies 2: 196-206.

Cifuentes, Z., Custardoy, L., Fuente, J., Marquina, C., Lbarra, M., Rubiales, D. & Peres-de-Luque, A. 2010. Absorption and translocation to the aerial part of magnetic carbon-coated nanoparticles through the root of different crop plants. Journal of Nanibiotechnology 8: 26.

Dat, J., Vandenabeele, S., Vranová, E., Van Montagu, M., Inzé, D. & Van Breusegem, F. 2000. Dual action of active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Science 57: 779-795.

Hoagland, D.R. & Arnon, D. 1950. The water culture method for growing plants without soil. COA, California, 500 pp.

Kaya, C., Kirnak, H. & Saltali, K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]
[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]

(NaCl) salinity. Scientia Holticulturae 93: 65-74.

Kennedy, M.J., Chadwick, O.A., Vitousek, P.M., Derry, L.A. & Hendricks, D.M. 1998. Replacement of weathering with atmospheric sources of base cations during ecosystem development, Hawaiian Island. Geology 26: 1015-8.

Klibanov, A.M., Tu, T.M. & Scott, K.P. 1983. Peroxidase catalyzed removal of phenols from coalconversion wastewaters. Science 221: 259.

Kuznetsov, V.V. & Shevyakova, N.I. 1977. Stress responses of tobacco cells to high temperature and salinity. proline accumulation and phosphohydration of polypeptids. Physiologia Plantarum 100: 320-326.

Laegreid, M., Böckman, O.C. & Kaarstad, O. 1999. Agriculture, fertilizers and the environment. CABI Publishing in association with Norsk Hydro ASA, 150 pp.

Maehly, A.C. & Chance, B. 1954. The assay of catalases and peroxidases. Methods of Biochemical Analysis 1: 357-424.

Magnin, A., Villalba, R., Torres, C.D., Stecconi, M., Passo, A., Sosa, C.M. & Puntieri, J.G. 2016. Effect of volcanic ash deposition on length and radial growths of a deciduous montane tree (*Nothofagus pumilio*). Austral Ecology 42: 103-112.

Maksimović, I., Putnik-Delić, M., Gani, I., Marić, J. & Ilin, Z. 2010. Growth, ioncomposition and stomatal conductance of peas exposed to salinity. Central European Journal of Biology 5: 682- 691.

Martin, R.S., Watt, S.F.L., Pyle, D.M., Mathet, T.A., Matthews, N.E., Georg, R.B., Day, J.A., Fairhead, T., Witt, M.L.I. & Quayle, B.M. 2009. Environmental effects of ash in argentina from the 2008 Chaitén volcanic eruption. Journal of Volcanology and Geothermal Research 184: 462-472.

fruit yield in strawberry cultivars grown at high

McCauley, A., Jones, C. & Olson kutz, K. 2017. Soil pH and organic matter. Journal of Geoscience and Environment Protection 6: 194-210.

Nakagawa, M. & Ohba, T. 2003. Minerals in volcanic ash 1: primary minerals and volcanic glasses. Enviromental Research 6: 41-51.

Nanzyo, M. 2007. Introduction studies on volcanic ash soils in Japan and international collaboration. Journal of Integrated Field Science 4: 71-77.

Otsuka, H., Briones, A.A., Daquiado, N.P. & Evangelio, F.A. 1988. Characteristics and genesis of volcanic ash soils in the Philippines. Technical Bulletin. Tropical Agriculture Research Center: Japan 24: 1-127.

Parfitt, A.E. & Wilson, L. 2008. Fundamentals of physical volcanology. Oxford, UK, Blackwell Publishing, 230 pp.

Ping, C.L., Shoji, S., Ito, T., Takahashi, T. & Moore, J.P. 1989. Characteristics and classification of volcanic ash derived soils in Alaska. Soil Science 148: 8-28. Rout, R. & Sahoo, S. 2015. Role of iron in plant growth and metabolism. Reviews in Agricultural Science 3: 1-24.

Savci, S. 2012. An agriculture pollutant: chemical fertilizer. International Journal of Environmental Science and Development 3: 77-80.

Sultana, S., Mohammad Naser, H., Quddus, A. & Shill, N. 2018. Effect of foliar application of iron and zinc on nutrient uptake and grain yield of wheat under different irrigation regimes. Bangladesh Journal of Agricultural Research 43: 395.

Symkatz, K.W. 1974. Differential thermal analysis, application and results in mineralogy. Springer Verlag, Berlin, pp: 81-90.

*****

How to cite this article:

Heydari, R., Ezzati, R. & Zahed, M.A. 2020. The effects of Damavand volcanic ash on some morphological and physiological characteristics of *Phaseolus vulgaris*. Nova Biologica Reperta 7: 346-354. (In Persian).

حیدری، ر.، عزتی، ر. و زاهد، م.ع. ۱۳۹۹. بررسی تأثیرات خاکستر آتشفشانی کوه دماوند بر شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی لوبیا. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۷: ۳۵۴-۳۴۶.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1399.7.3.8.4]

[DOI: 10.52547/nbr.7.3.346]