



مطالعه ی عناصر معدنی پوست دانه ی پسته ی اهلی (*Pistacia vera*) و پسته وحشی (*Pistacia khinjuk*) و خینجوک (*Pistacia atlantica*)

طاهره دشتی^۱، فاطمه دانشمند^{۲*}، امیرعباس مینائی فر^۲، فاطمه نژادعلیمراد^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

^۲ گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: f.daneshmand@pnu.ac.ir

نتایج و بحث

جدول ۱: مقدار عناصر در پوست پسته اهلی رقم اکبری (*P. vera*)، پسته وحشی بنه (*P. atlantica*) و پسته وحشی خینجوک (*P. khinjuk*) میکروگرم اکرم). در هر ردیف حروف انگلیسی نامشابه نشان دهنده ی تفاوت معنی دار آماری با استفاده از آزمون دانکن (P ≤ 0.05) می باشد

	<i>P. atlantica</i> (بنه)	<i>P. khinjuk</i> (خینجوک)	<i>P. vera</i> (رقم اکبری)
Ag	۰/۰۰۷۵ ^a	۰/۰۰۵۱ ^b	۰/۰۰۵۱ ^b
Al	۳۹۱۱/۳۹۷ ^b	۴۱۲۰/۹۴۲ ^a	۳۷۳۱/۷۱۸ ^c
As	۰/۰۰۰۶ ^c	۰/۰۰۰۷ ^a	۰/۰۰۰۷ ^b
B	۰/۰۰۰۵ ^a	۰/۰۰۰۷ ^a	۰/۰۰۰۵ ^a
Ba	۰/۰۰۹۱۶ ^b	۰/۰۰۱۰۲ ^a	۰/۰۰۱۲۴ ^c
Bi	۰/۰۰۰۴ ^b	۰/۰۰۰۴ ^b	۰/۰۰۰۶ ^a
Ca	۱۰۳۴/۵۹۵ ^b	۹۳۵/۲۹۳۱ ^c	۱۰۴۵/۷۰۱ ^a
Cd	۰/۰۰۰۶۱ ^c	۰/۰۰۰۷۹ ^a	۰/۰۰۰۷۱ ^b
Co	۰/۳۸۵۷ ^b	۰/۳۲۷۴ ^c	۰/۴۱۵۴ ^a
Cr	۰/۰۰۱۵۴ ^b	۰/۰۰۱۳۸ ^c	۰/۰۰۱۶۴ ^a
CS	۰/۰۰۰۱۱ ^b	۰/۰۰۰۱۳ ^a	۰/۰۰۰۰۵ ^c
Cu	۱۱۰/۱۳۸ ^c	۱۵/۹۳۵۴ ^b	۱۹/۸۶۶۴ ^a
Fe	۶۳/۵۵۲۳ ^c	۷۰/۳۷۴۹ ^a	۶۵/۴۰۳۳ ^b
Ga	۰/۰۰۲۵۱ ^b	۰/۰۰۱۷۲ ^a	۰/۰۰۰۶۸ ^c
Hg	۰/۰۰۴۹۴ ^b	۰/۰۰۴۰۲ ^c	۰/۰۰۷۵۸ ^a
K	۴۰۳۵/۳۶ ^b	۳۵۷۷/۵۷۹ ^c	۴۱۵۵/۶۸۱ ^a
Li	۳/۴۶۳۹ ^a	۳/۴۰۴۲ ^a	۲/۲۵۳ ^b
Mg	۴۱۷۶/۷۸۵ ^b	۴۷۷۵/۸۵۷ ^a	۳۸۷۷/۳۲۱ ^c
Mn	۲۱۱/۹۹۵۷ ^a	۱۹۹/۳۹۶۵ ^b	۱۷۸/۹۲۵۹ ^c
Mo	۰/۳۹۹۴ ^b	۰/۴۵۲۶ ^a	۰/۱۶۷۷ ^c
Na	۳۳۴/۸۱۵۵ ^b	۳۱۷/۰۱۷۹ ^c	۴۸۳/۲۵۷۸ ^a
Ni	۰/۱۹۱۹ ^a	۰/۱۸۹۵ ^a	۰/۰۰۳۹۸ ^b
Pb	۰/۱۴۶۴ ^b	۰/۳۳۲۴ ^a	۰/۰۰۳۹۸ ^c
P	۱۱۳۵/۰۵۸ ^b	۸۷۹/۲۵۹ ^c	۱۱۴۶/۱۶۵ ^a
S	۰/۴۵۵ ^a	۰/۲۴۷ ^b	۰/۲۲۳۳ ^c
Si	۲۳/۱۷۹۲ ^c	۲۴/۹۸۵۸ ^b	۳۲/۰۳۱۸ ^a
Sr	۰/۸۰۷۵ ^b	۰/۹۰۱۶ ^a	۰/۲۲۸۴ ^c
Ti	۰/۰۰۱۷۴ ^a	۰/۰۰۱۱۲ ^a	۰/۰۰۴۰۵ ^a
Zn	۵۳/۰۳۰۳ ^b	۳۰/۷۶۳ ^c	۶۴/۸۳۳۷ ^a

پوست پسته، یکی از مهمترین محصولات فرعی کشاورزی در ایران است که می‌تواند هم به عنوان کود آلی و هم به عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار بگیرد. این ماده ارزش غذایی و کشاورزی مناسبی دارد، اما نیازمند فرآوری درست در جلوگیری از فساد و آلودگی است. در مطالعه حاضر، ۲۹ عنصر معدنی در پوست پسته اهلی (*P. vera*) و پسته وحشی بنه (*P. atlantica*) و پسته وحشی خینجوک (*P. khinjuk*) شناسایی شد که شامل عناصر پرمصرف، کم مصرف و سمی بود. نتایج این مطالعه نشان دهنده ی پتانسیل بالقوه ی پوست پسته به عنوان یک ضایعه کشاورزی در جهت استفاده بهینه از عناصر معدنی ارزشمند موجود در آن است. عناصر معدنی کم مصرف و پرمصرف هر کدام با توجه به نقش‌های که در حیات دارند ضروری هستند.

عناصرشناسایی شده در پوست پسته ی خینجوک Mg : Al, K, Ca, P, Na, Mn, Fe, Zn, Si, Cu, Li, Sr, Mo, Pb, S, Co, Ni, و عناصر موجود در پوست پسته ی اهلی K : Al, Mg, P, Ca, Na, Mn, Fe, Zn, Si, Cu, Li, Sr, Co, S و عناصر شناسایی شده در پوست پسته ی بنه Mg : Al, K, Ca, P, Na, Mn, Fe, Zn, Si, Cu, Li, Sr, Mo, S, Co, Ni بیشتر بود. مقدار جیوه در پوست پسته ی اهلی، مقدار سرب در پوست پسته ی خینجوک و مقدار نیکل در پوست پسته ی بنه در حد مجاز نبود و جهت فرآوری این محصول جهت استفاده خوراک دام و همچنین کودهای زیستی باید دقت لازم را داشت.

منابع

- حیدری صالح آباد، م. و شریفی، ف. و اسلای، م. و عسکری، ر. ۱۳۹۷. بررسی اثر کمپوست و ورمی کمپوست تولید شده از پوست سبز پسته در بهبود بخشی خصوصیات خاک، دومین همایش ملی پسته
- Benmohamed, M., Guenane, H., Messaoudi, M., Zahnit, W., Egbuna, C., Sharifi-Rad, M., ... & Yousfi, M. (2023). Mineral profile, antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial, anti-urease and anti- α -amylase activities of the unripe fruit extracts of *Pistacia atlantica*. *Molecules*, 28(1), 349. DOI: 10.3390/molecules28010349
- Johnson, V. J., & Mirza, A. (2020). Role of Macro and Micronutrients in the Growth and Development of Plants. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9, 576-587. DOI: 10.20546/ijemas.2020.911.071
- Kalogiouri, NP, Manousi, N., Zachariadis, GA. (2021). Determination of the toxic and nutrient element content of almonds, walnuts, hazelnuts and pistachios by ICP-AES. *Separations*, 4:8(3):28. DOI: 10.3390/separations8030028
- Ofoe, R., Thomas, R. H., Asiedu, S. K., Wang-Pruski, G., Fofana, B., & Abbey, L. (2023). Aluminum in plant: Benefits, toxicity and tolerance mechanisms. *Frontiers in plant science*, 13, 1085998. DOI: 10.3389/fpls.2022.1085998
- Ripari Garrido, J., Patrignani, M., Puppo, M. C., & Salinas, M. V. (2024). Nutritional and bioactive characterization of pistachio— a review with special focus on health. DOI: 10.37349/eff.2024.00042

چکیده

عناصری که عمدتاً به شکل معدنی از خاک مشتق می شوند، به عنوان عناصر معدنی شناخته می شوند. از دیدگاه اکولوژیک، تولید و تکثیر گیاهان و حیوانات با میزان بهینه ی ریزمغذی های پرمصرف و کم مصرف ارزیابی می شوند. جنس *Pistacia* متعلق به خانواده *Anacardiaceae* دارای ارزش اقتصادی، دارویی و تغذیه ای ارزشمندی است. با توجه به این مطلب که پوست پسته به عنوان یکی از ضایعات کشاورزی می باشد و می توان از آن به عنوان یک ماده ی با ارزش سرشار از متابولیت های ثانویه و سایر ترکیبات مفید در صنایع تبدیلی استفاده کرد، این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی و در دانشگاه پیام نور انجام و عناصر معدنی (۲۹ عنصر، شامل برخی ریز مغذی های پرمصرف و کم مصرف و فلزات سنگین) در پوست پسته در سه گونه بومی ایران با نام های پسته ی اهلی رقم اکبری *pistacia vera* و پسته وحشی بنه *pistacia atlantica* و خینجوک *pistacia khinjuk* مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، در پوست بنه، بیشترین عناصر مربوط به منیزیم mg، پتاسیم k، آلومینیوم Al، فسفر p، کلسیم Ca، در پوست خینجوک بیشترین عناصر مربوط به p, Ca, k, Al, mg در پوست پسته اهلی، بیشترین عناصر مربوط به p, Ca, Al, Mg, k شناسایی شد. همچنین وجود فلزات سنگین در پوسته ی دانه ی هر سه نوع پسته نیاز به دقت لازم جهت فرآوری این محصول برای استفاده خوراک دام و همچنین کودهای زیستی دارد.

مقدمه

اعضای جنس *Pistacia* متعلق به خانواده *Anacardiaceae* هستند پسته منبع حداقل ۱۵ عنصر معدنی مختلف در مقادیر قابل توجه است که فرایندهای جذب و متابولیسم مواد مغذی، فتوسنتز، تشکیل کلروفیل، سنتز هورمون ها، تثبیت نیتروژن و... را افزایش می دهند. (Johnson et al., 2020) عناصر مورد نیاز گیاهان توسط ریزمغذی ها تأمین می شود که مسئول رشد و نمو گیاهان هستند Kalogiouri و همکاران در سال ۲۰۲۱ عناصر مغذی مغز پسته را بررسی کرده و مشخص شد Ca و Mg فراوان ترین عناصر بودند و پس از آن روی Zn و آهن Fe قرار داشته و نیکل Ni، سرب Pb، کادمیوم Cd و باریم Ba در رتبه های بعدی قرار داشتند، همچنین امکان تبدیل پوست نرم پسته به کمپوست و ورمی کمپوست تولید شده از پوست پسته بر خصوصیات فیزیکی خاک بررسی شد (حیدری صالح آباد و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به این که می توان از پوست پسته به عنوان یک ماده ی با ارزش سرشار از متابولیت های ثانویه و سایر ترکیبات مفید در صنایع تبدیلی استفاده کرد، در این پژوهش عناصر معدنی (۲۹ عنصر شامل برخی عناصر پرمصرف و کم مصرف و فلزات سنگین) در پوست پسته در سه گونه بومی ایران با نام های پسته ی اهلی (رقم اکبری) و پسته وحشی (بنه و خینجوک) بررسی شد.

مواد و روش ها

هر گونه پسته از استان کرمان جمع آوری و شناسایی سیستماتیک و تایید کد هر باریمی آنها، توسط آقای دکتر سید منصور میرتاج الدینی عضو هیئت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. پس از جمع آوری نمونه های تازه در مرحله رسیدگی کامل میوه، پوست میوه جدا و در سایه خشک شد. جهت تعیین عناصر معدنی از دستگاه ICP (Inductively Coupled Plasma) استفاده شد. برای هضم نمونه های پوست میوه، از هضم مرطوب با اسید نیتریک استفاده شد (Kalogiouri, 2021) آزمایشات با سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه پیام نور انجام شد و مقایسه ی میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد و با نرم افزار SPSS، ورژن ۲۰ انجام شد.