مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی
Management of Natural Ecosystems
دوره ۴، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ۲۴-۱۴
Volume 4, Issue 3, Autumn 2024, 14-24
http://emj.ardakan.ac.ir/article_730562.html

تاثیر خصوصیات خاک بر متابولیت‌های ثانویه گیاه مرغ (*Cynodon dactylon*) در مراتع شهرستان خواف، استان خراسان رضوی

جعفر زنگنه[۱]، جلیل فرزادمهر*[۲]، رضا یاری[۳]

مقاله پژوهشی

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت‌حیدریه، تربت حیدریه، ایران.
jafarzangenah1352@gmail.com

۲. دانشیار، گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران.
j.farzadmehr@torbath.ac.ir
* نویسنده مسئول

۳. استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
yarireza1364@gmail.com

شناسه مقاله: ۱۱۰۲-۲۵۰۵
شماره صفحه پیاپی: ۸۵۱-۸۴۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۴
انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۷/۲۶
زمان پذیرش: ۱۰۳ روز

استناددهی:
زنگنه، ج.، فرزادمهر، ج.، و یاری، ر. (۱۴۰۳). تاثیر خصوصیات خاک بر متابولیت‌های ثانویه گیاه مرغ (*Cynodon dactylon*) در مراتع شهرستان خواف، استان خراسان رضوی. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، (۳)۴، ۲۴-۱۴.

چکیده

ویژگی‌های محیطی یک گونه گیاهی می‌تواند بر کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه اثرگذار باشد. تعیین اثر هریک از عوامل محیطی به انتخاب بهترین منطقه رویشی یک گونه کمک می‌کند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر شرایط خاک بر میزان متابولیت‌های ثانویه گیاه مرغ (*Cynodon dactylon*) در دو رویشگاه شهرستان خواف (بالاخواف و قاسم‌آباد پائین خواف چمن‌آباد) در سال ۱۴۰۰ انجام شد. نمونه‌برداری با روش کاملاً تصادفی از خاک و گیاهان مرغ صورت گرفت. خصوصیات خاک شامل بافت خاک، مقدار اسیدیته، هدایت الکتریکی، مقدار ماده آلی و مقدار آنیون‌ها و کاتیون‌ها و متابولیت‌های ثانویه شامل آلکالوئید، فلاونوئید، ساپونین و تانن در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. پس از بهره‌برداری و عصاره‌گیری از گیاه مذکور به روش تقطیر با آب، ترکیبات عصاره با دستگاه GC-MS تعیین گردید. نتایج آزمون T-test نشان داد که مقدار Ec، SAR، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و سدیم ($p< ۰/۰۱$) در رویشگاه پائین خواف و مقدار کلر ($p< ۰/۰۱$) در رویشگاه بالاخواف به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. میزان متابولیت‌های ثانویه مورد بررسی (آلکالوئید، فلاونوئید، ساپونین و تانن) در رویشگاه پایین خواف افزایش معنی‌داری نسبت به رویشگاه بالاخواف داشت، که از این بین میزان آلکالوئیدها و تانن‌ها افزایش قابل توجهی را نشان دادند. طبق نتایج آنالیز همبستگی، بین مقدار آلکالوئید با درصد نیتروژن آلی خاک در رویشگاه بالاخواف و پائین خواف همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. همچنین بین فلاونوئید در رویشگاه بالا خواف با درصد نیتروژن آلی خاک و میزان شوری همبستگی مثبت و با میزان منیزیم همبستگی منفی مشاهده گردید. نتایج مشخص نمود که در رویشگاه پائین خواف مقدار ساپونین با مؤلفه آهک همبستگی مثبت داشت، در حالیکه مقدار تانن با پارامتر مذکور همبستگی منفی نشان داد. این در حالی بود که در منطقه بالا خواف ساپونین و تانن با مقدار فسفر و منیزیم خاک همبستگی مثبت و معنادار و با مقدار کلسیم خاک همبستگی منفی داشت. انتظار می‌رود، این بررسی مستند یک تصویر کلی از عوامل فیزیکوشیمیایی خاک که مسئول نوسانات در متابولیت‌های ثانویه هستند را ترسیم کند و راهی عملی برای به‌دست آوردن کیفیت ثابت و کمیت بالای ترکیبات فعال زیستی در پوشش گیاهی و ارائه پیشنهادهایی برای تحقیق و توسعه آینده باشد.

واژگان کلیدی:

گیاه دارویی، فلاونوئید، تانن، ساپونین، آلکالوئید.

شاپا: ۲۸۲۱-۰۱۸۲
DOI: 10.22034/emj.2025.730562

۱- مقدمه

رویشگاه‌های مرتعی علاوه بر نقشی که به‌عنوان ارزش حفاظتی، تفرجگاهی، تولید علوفه، محیط زیست، منبع ژنتیکی و غیره دارند از نظر تولید گیاهان دارویی و صنعتی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. این گیاهان ارزش ویژه‌ای دارند و به‌صورت مستقیم یا غیر مستقیم بهره‌برداری می‌شوند. وجود محصولات فرعی مراتع به‌خصوص حضور گیاهان دارویی علاوه بر نقش خاصی که در اقتصاد داخلی کشور از طریق افزایش درآمد روستائیان و بهره‌برداران عرفی و توسعه اشتغال‌زایی دارند، پتانسیل بالایی در امر صادرات غیر نفتی خواهند داشت (Zamani et al., 2014). در دو دهه اخیر استفاده از داروهای گیاهی به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است و در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته به‌عنوان داروهای مکمل و جایگزین البته تحت نظارت دقیق و قوانین سختگیرانه مورد استفاده قرار می‌گیرند (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به علاقه جهانی به مصرف گیاهان دارویی و ترکیبات طبیعی در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی و غذایی، نیاز مبرمی به انجام تحقیقات اساسی در این زمینه وجود دارد (سفیدکن، ۱۳۸۷). گیاهان دارویی منبع غنی از مواد موثره اولیه و متابولیت‌های ثانویه می‌باشند. مشخص کردن میزان ترکیبات موثر و ارزش آنتی اکسیدانی در گیاهان دارویی به دلیل کاربرد فراوان آنها در مصارف مختلف شامل دارویی، آرایشی و بهداشتی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (Reshi et al., 2023). در اکوسیستم‌های مختلف عواملی مانند ارتفاع از سطح دریا، بارندگی، دما، روشنایی، رطوبت و عناصر غذایی خاک به‌عنوان متغیرهای مهم بر متابولیسم و تجمع متابولیت‌های ثانویه تأثیر می‌گذارند (Salam et al., 2023). بنابراین شناخت عوامل تأثیرگذار بر مواد مؤثره گیاهان دارویی و اثربخشی بیشتر این ترکیب‌ها حائز اهمیت بوده و بر این اساس پژوهش‌گران در تلاش هستند تا با ارائه روش‌های مختلف، تولید مواد مؤثره را افزایش دهند. با توجه به اینکه عوامل محیطی موجب تغییراتی در رشد گیاهان و مواد مؤثره آنها (مانند آلکالوییدها، گلیکوزیدها، استروییدها و روغن‌های فرار یا اسانس) می‌شوند، بنابراین زمانی گیاهان دارویی از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه هستند که محتوای متابولیت‌های اولیه و ثانویه آنها در حد مطلوبی باشد (عصری و ربیعی، ۱۴۰۳).

مطالعات گذشته نشان می‌دهد که شرایط محیطی، تغییرات جغرافیایی، عوامل ژنتیکی و تکامل، سن گیاه و همچنین مقدار ماده گیاهی بر غلظت متابولیت‌های ثانویه تأثیر می‌گذارند (Alami et al., 2024). تحقیقات مختلفی توسط محققان مختلف بر روی گیاهان دارویی برای بررسی تأثیر تغییرات جغرافیایی (طولی و عرضی)، اقلیمی و ژنتیکی در تولید متابولیت‌های ثانویه انجام شده است (Zidorn, 2010؛ Aslam et al., 2015). عناصر غذایی عوامل مهمی برای رشد گیاه و تولید متابولیت‌های اولیه و همچنین متابولیت‌های ثانویه در طول رشد و نمو گیاه هستند. طی پژوهشی که توسط Touhami et al.(۲۰۱۷)، بر روی گونه *Fraxinus angustifolia* در کشور تونس انجام شد، نتایج نشان داد که خواستگاه متفاوت این گونه سبب تولید مقادیر متفاوتی از پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها، تانن کل و تانن تغلیظ شده در عصاره گیاه می‌شوند. به‌طوری که بیشترین میزان ترکیبات ذکرشده در پوست درخت رشد یافته در رویشگاهی با خاک قلیایی‌تر و دارای هدایت الکتریکی بیشتر ایجاد شده است. به‌طورکلی اعتقاد بر این است که کمبود ماده مغذی نیتروژن منجر به تجمع متابولیت‌های ثانویه عاری از نیتروژن مانند فنل‌ها می‌شود؛ اما برعکس، این امر سبب سنتز متابولیت‌های ثانویه حاوی نیتروژن مانند آلکالوئیدها و گلیکوزیدهای سیانوژنیک می‌شود که این امر منعکس‌کننده تعادل بین ماده مغذی نیتروژن و نیاز گیاه می‌باشد (Yuan et al., 2020). عوامل اکولوژیکی مختلف باعث تفاوت در کیفیت گیاهان دارویی اصلی هر منطقه می‌شود. به‌عنوان مثال، در *Polygala tenuifolia* کشت شده، میانگین دمای سالانه، مدت تابش سالانه خورشید و اسیدیته خاک، کلر، درصد اشباع خاک، کلسیم و غلظت پتاسیم قابل تبادل به‌عنوان عوامل کلیدی در نظر گرفته شدند که بر کیفیت تأثیر گذاشتند (Pu et al., 2017). در گونه *Scutellaria baicalensis*، بیشتر ترکیبات شیمیایی با عرض جغرافیایی همبستگی منفی و با دما همبستگی مثبت داشتند (Guo et al., 2013). علاوه بر این، اخیراً تأثیر مثبت دوزهای کود آلی و آهک بر عملکرد و ترکیب شیمیایی اسانس‌های فرار گونه *Mentha arvensis* ثبت شده است (Alves et al., 2014).

در تحقیقی نتایج حاصل از همبستگی بین پارامترهای خاک واجزای شیمیایی گیاه نشان داد که بین بسیاری از مشخصه‌های خاک با ترکیبات اسانس گل *Hymenocrater elegans* همبستگی معنی داری وجود دارد (میرمحمدشکتایی و همکاران، ۱۴۰۰). عصری و ربیعی (۱۴۰۳) در تحقیق خود بیان کردند در بین پارامترهای محیطی، ارتفاع از سطح دریا، بارندگی سالانه، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سیلت مهم‌ترین عوامل مؤثر بر صفات مورفولوژیکی و درصد ترپن‌های اکسیژن‌دار گونه *Dracocephalum ghahremanii* Jamzad بودند که می‌تواند گویای اهمیت رویشگاه‌های مرتفع به لحاظ محتوای اسانس و ترکیب‌هایی با خواص آنتی اکسیدانی بالاتر برای این گیاه باشد. براساس این یافته‌ها، حداکثر دمای گرم‌ترین ماه، حداقل دمای سردترین ماه، حداقل دمای مطلق، آهک و ماسه نیز مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر درصد ترپن‌های هیدروکربنی بودند. مهدوی و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیق خود نشان دادند که بین بازده اسانس *Phlomis olivieri* و درصد اشباع خاک، نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب در خاک، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. همچنین بین بازده اسانس با کربن آلی و درصد ماده آلی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد گزارش شد. از طرفی بین بازده اسانس و pH خاک همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد، بدین صورت که با افزایش این عامل، میزان بازده اسانس کاهش یافت. با توجه به اینکه در منطقه کلاردشت، میزان بازده اسانس و همچنین درصد ترکیبات اسانس بالاتری نسبت به بلده استان مازندران بوده است، استفاده از جمعیت *Phlomis olivieri* در منطقه فوق جهت کشت و کار و نیز جهت تولید بیشتر این

ترکیبات توصیه می‌شود. ذکریانژاد و همکاران (۱۴۰۱) در تحقیق خود در استان مازندران بیان کردند محتوای آنتوسیانین گل *Viola odorata* متاثر از کمبود فسفر قابل جذب در رویشگاه فیروزجاه بابل و رویشگاه محمدآباد بهشهر افزایش یافت. همچنین به‌طورکلی در بررسی مواد موثره، اریم نکا دارای درصد فعالیت آنتی اکسیدانی گل (۵۶/۴۶ درصد) و ریشه (۸۶/۱۸) فنل برگ (۱۴۲/۳۲ میلی‌گرم به گرم) و ریشه (۵۱/۲۱ میلی‌گرم بر گرم) و آنتوسیانین گل (۶/۵۲ میکرومول بر گرم) در بنفشه معطر به مقدار بالایی بود، بنابراین می‌توان به‌عنوان ناحیه برتر انتخاب کرد. تحقیق زمانی و همکاران (۱۴۰۲) نشان داد که فاکتورهای خاکی از قبیل وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته، کلسیم، شن و عامل اقلیمی دما ارتباط مثبت و مستقیمی با ترکیباتSabinene، β- Pinene، Myrcene، α-phellandrene، p-cymene، Limonene، cis-sabinene hydrate، thymol، Germacrene D، bicyclogermacrene و Phytol دارند. همچنین فاکتورهای خاکی از قبیل هدایت الکتریکی، ماده آلی، وزن مخصوص ظاهری، سیلت، آهک، فسفر، سدیم، نسبت جذب سدیم و عامل اقلیمی بارندگی رابطه منفی و معکوس با ترکیبات Cyclofenchene، 8-1-Cineole، cis-ocimene، α-Terpineol، Terpinene -4- acetate، Bicyclo، Caryophyllene و Hexadecanoic acid برقرار کردند. مونوترپن‌ها همبستگی مثبت با رطوبت نسبی، بارندگی و کربن آلی خاک داشتند، اما سسکویی ترپن‌ها رابطه معکوس با عوامل یاد شده و همبستگی مثبت با فسفر و تا حدی کلسیم خاک داشتند (توکلی و همکاران، ۱۴۰۱).

یکی از گونه‌های دارویی و خوراکی مهم در فلور ایران گونه مرغ می‌باشد. گیاه مرغ با نام علمی *Cynodon dactylon* (L)، از خانواده Poaceae، گیاهی چند ساله است. گیاه مرغ در مراتع از اهمیت بالایی برخوردار است، نه تنها ارزش علوفه بسیار بالایی دارد، بلکه سازگاری بالایی دارد. معمولاً در خاک‌های عمیق ظاهر می‌شود که در آن تأثیر خشکسالی‌های تابستانی می‌تواند با ایجاد یک سیستم ریشه عمیق که به سطح آب می‌رسد خنثی شود. مرغ از آنجایی که یک گیاه C_4 است، عمدتاً در تابستان رشد می‌کند، زمانی که شرایط نوری حداکثر و دما بالا است. رشد در چنین زمان نامطلوبی از سال از رقابت برای نور، آب و مواد مغذی با گونه‌های دیگر که فاقد کارایی فتوسنتزی گیاه مرغ در دماهای بالا و شدت تابش هستند، جلوگیری می‌کند. همچنین به وضوح محدود به مناطق مرتعی است که چرای دام لایه گیاهی را کم نگه می‌دارد و اجازه نفوذ نور را می‌دهد. این گیاه احتمالاً بومی آفریقای شرقی است که در آن به‌طور گسترده از سطح دریا تا ارتفاع ۲۱۶۰ متری پراکنده شده است. در حال حاضر پراکندگی آن در سراسر جهان در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری گسترش یافته است. در مناطق معتدل، در امتداد سواحل دریا، در مناطق گرمسیری، معمولاً در مناطقی با بارندگی ۶۷۰ تا۱۷۵۰ میلی‌متر و در مناطق خشک در کنار رودخانه‌ها و در زمین‌های آبی رشد می‌کند. گیاه مرغ یک علف هرز است و مشخص شده است که دارای خواص دارویی بالقوه مختلفی است (Singh et al., 2009). اگر چه این گیاه به‌عنوان یک علف هرز در کشاورزی شناخته می‌شود اما به دلیل فواید درمانی بسیاری که دارد به‌عنوان گونه مورد مطالعه انتخاب گردید. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک بر متابولیت‌های ثانویه گیاه مرغ (*Cynodon dactylon*) در مراتع شهرستان خواف استان خراسان رضوی است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان خواف با وسعت نزدیک به ۹۷۰۰ کیلومترمربع در جنوب مشهد قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۰ متر می‌باشد. این تحقیق در شهر قاسم‌آباد در بخش جلگه زوزن پایین خواف و روستای چمن‌آباد در بخش سلامی بالا خواف که در فاصله ۱۵۰ کیلومتری از هم قرار دارد انجام می‌شود (شکل ۱). شهرستان خواف از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای خشک و کویری با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و نسبتاً خشک می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۸/۲۶ درجه سانتی‌گراد و بر اساس اطلاعات اداره هواشناسی شهرستان خواف متوسط دمای ماهانه شهرستان ۱/۲۶ درجه سانتی‌گراد در دی ماه و ۳۱/۲ درجه سانتی‌گراد در تیرماه می‌باشد، این شرایط نشان‌دهنده نوسان دمایی شدید در طول سال است. میزان متوسط بارندگی شهرستان در دوره سه ساله ۷۱ میلی‌متر است که نشان‌دهنده کمبود آب مورد نیاز در منطقه است. در ماه‌های گرم سال در منطقه هیچ بارشی صورت نمی‌گیرد در همین ارتباط درجه گرمای تابستان در جنوب شرقی شهرستان بالاتر از سایر نقاط شهرستان می‌باشد (بولتن هواشناسی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۹).

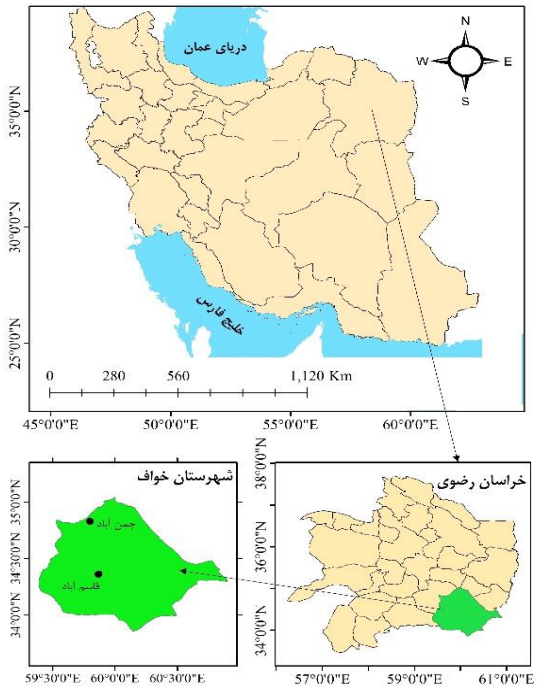
۲-۲- جمع آوری داده

نمونه‌برداری از خاک و پوشش گیاهی در دو رویشگاه قاسم‌آباد و چمن‌آباد انجام گرفت. در هر رویشگاه سه ترانسکت به فاصله ۵۰ متر به‌صورت تصادفی سیستماتیک قرار داده شد. در هر ترانسکت دو پلات یک مترمربعی در ابتدا و انتهای ترانسکت قرار داده شد و نمونه گیاهی شامل اندام هوایی و ریزوم و نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌برداری از خاک با توجه به عمق ریشه دوانی گیاهی و عمق ۲۰ سانتی‌متری انجام گرفت. برداشت نمونه‌های گیاهی در زمان گلدهی گیاه در اوایل بهار انجام شد.

۲-۳- شناسایی ترکیبات موجود در عصاره

نمونه‌های گیاهی (اندام‌های گیاه *C. dactylon*) برداشت‌شده (شکل ۲) در شرایط استاندارد، خشک و سپس آسیاب شدند و با استفاده از روش تحلیلی با آب عصاره‌گیری شدند. به‌منظور اسانس‌گیری از گل گیاه، در آزمایشگاه ابتدا مقدار ۲۵ گرم از هر نمونه به‌صورت نیمه کوبیده شده با ۲۵۰ سی‌سی

آب مخلوط گردید. از هرنمونه دو تکرار انجام شد و در مجموع ۵۰ گرم از هرنمونه مورد آزمایش قرار گرفت. در این روش درجه حرارت از ۵۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز نکرد. در اکثر موارد برای عصاره‌گیری از حرارت ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. این عمل حداقل به مدت نیم ساعت و حداکثر ۲۴ ساعت ضمن تکان دادن ظرف ادامه پیدا کرد. سپس عصاره تولیدی توزین شده و در ظروف شیشه‌ای در یخچال نگهداری شد. عصاره پس از آماده‌سازی به دستگاه GC/MS تزریق شد و مقدار متابولیت‌های ثانویه آنالیز شد تا نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهنده آن مشخص شود. شناسایی ترکیب‌های موجود در عصاره به کمک شاخص‌های بازداری و بررسی طیف‌های جرمی دستگاه کروماتوگراف طیف‌سنج جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد انجام گردید. عصاره‌گیری از کل اندام گیاه (ترکیب اندام هوایی و زیرزمینی) انجام شد.



شکل(۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

شکل (۲): از گیاه مرغ

۲-٤- اندازه‌گیری خصوصیات خاک

نمونه‌های خاک نیز برای تعیین پارامترهای خاک شامل بافت خاک، مقدار اسیدیته، هدایت الکتریکی، مقدار ماده آلی و مقدار آنیون‌ها و کاتیون‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل گردید. به این منظور روش هیدرومتری برای تعیین درصد شن، سیلت و رس، روش استفاده از عصاره اشباع برای تعیین

هدایت الکتریکی و قلیائیت، روش والکی- بلک برای تعیین میزان مواد آلی مورد استفاده قرار گرفتند (Mohammadi Moghaddam et al., 2021) (جدول ۱).

جدول (۱): آنالیز خاک منطقه بالاخواف و قاسم‌آباد - پائین خواف

نمونه	بافت	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	**منیزیم** (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	**پتاسیم** (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	**فسفر** (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	**کلسیم** (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
قاسم‌آباد (پایین خواف)	شنی- لومی	۱/۶۶	۲۹/۴۶	۵۸	۲۲	۲۵۷	۱۲/۲	۱/۱
چمن‌آباد (بالای خواف)	لومی	۱/۵۶	۳۷/۰۷	۴۷	۸/۳	۲۱۱	۹/۴	۱/۴

نمونه	**هدایت الکتریکی** (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	**درصد اشباع خاک**	**اسیدیته**	**SAR**	**سدیم** (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	**کلر** (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	**آهک** (میلی‌اکی والان بر لیتر)	**درصد نیتروژن**
قاسم‌آباد (پایین خواف)	۱۱/۷۶	۴۱	۷/۷	۱۶/۶	۷/۰۵	۱۲/۷۶	۱/۵	۰/۰۳۲
چمن‌آباد (بالای خواف)	۳/۶۵	۴۱	۷/۵	۶/۳	۱/۸۲	۲۴/۵۰	۱/۴	۰/۰۳۳

۲-۵-تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. به‌منظور مقایسه میانگین داده‌های مربوط به مقدار مواد معدنی و متابولیت‌های ثانویه اندام هوایی و زیرزمینی گیاه مرغ از آزمون تی تست استفاده شد. جهت مقایسه خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک در بین دو رویشگاه شهر قاسم‌آباد و روستای چمن‌آباد از آزمون تی‌مستقل شد. همچنین برای تعیین مهم‌ترین عامل خاکی موثر بر مقدار متابولیت‌های ثانویه از روش همبستگی پیرسون استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

۳- نتایج

۳-۱- مقایسه عناصر غذایی موجود در خاک در دو رویشگاه

براساس جدول (۲) از میان پارامترهای خاک مورد بررسی سه متغییر نیتروژن، آهک و اسیدیته در دو رویشگاه مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. براساس شکل (۳) میزان هدایت الکتریکی، سدیم، درصد اشباع خاک، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم در منطقه قاسم‌آباد بیشتر از چمن‌آباد است درحالی‌که تنها متغیر کلر در قاسم‌آباد بیشتر است.

جدول(۲): نتایج آزمون تی مستقل برخی خصوصیات خاک در دو رویشگاه قاسم‌آباد و چمن خواف

متغیر خاک / منبع تغییر	Ec	pH	آهک	کلر	سدیم	SAR
مقدار t	۱۶/۵۸**	۱/۱۶^{ns}	۲/۳۲^{ns}	۰/۲۴**	۸۳/۶۴**	۳۴/۷**
معنی‌داری	۰/۰۰	۰ /۲۸	۰/۵۶	۰ /۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	
مقدار t	۰/۸۱^{ns}	۵/۵۳**	۲۱/۹۹**	۱۹/۷۸**	۱۵/۲۵**	
معنی‌داری	۰ /۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

۳-۲- مقایسه میزان متابولیت‌های ثانویه در گیاه مرغ در دو رویشگاه

برا ساس نتایج میزان متابولیت‌های ثانویه در دو رویشگاه دارای تفاوت معنی‌دار ا ست و مقدار آنها در رویشگاه قا سم‌آباد بی شتر از بالا خواف ا ست (جدول ۳).

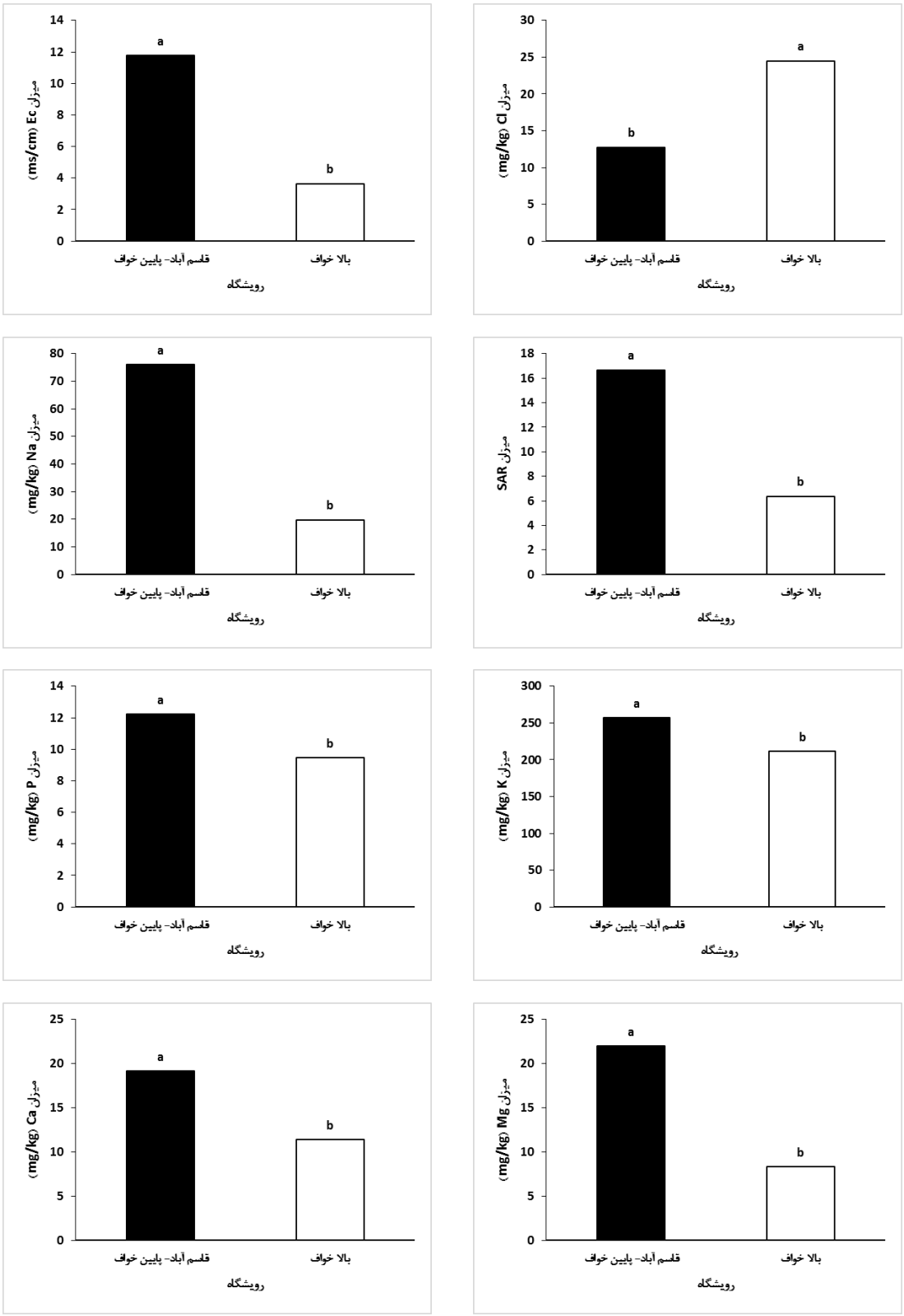
جدول (۳): نتایج آزمون تی مستقل اثر رویشگاه بر میزان برخی متابولیت‌های ثانویه در گیاه مرغ

منبع تغییر	درجه آزادی	آلکالوئید	فلاونوئید	ساپونین	تانن
رویشگاه	۱	۹/۴۴**	۵۴/۸۹*	۲۷/۲۸*	۳۵/۵۹**
خطا	۴	۰/۲۷	۲ /۷۲	۳/۵۲	۰ /۵۷
ضریب تغییرات (CV%)		۱۳/۳۶	۱۰/۹۷	۱۳/۶۹	۱۱/۹۷

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

۳-۳- انتخاب مهم‌ترین ویژگی خاک موثر بر متابولیت‌های ثانویه

فلاونوئید گیاه در هر دو رویشگاه با منیزیم و نیتروژن رابطه دارد. تانن و ساپونین در پایین خواف با کلر و پتاسیم و در بالای خواف با سدیم و کلسیم رابطه دارد. آلکالوئید در پایین با منیزم و درصد اشباع خاک و در بالا با منیزیم و نیتروژن رابطه دارد (شکل ۴).

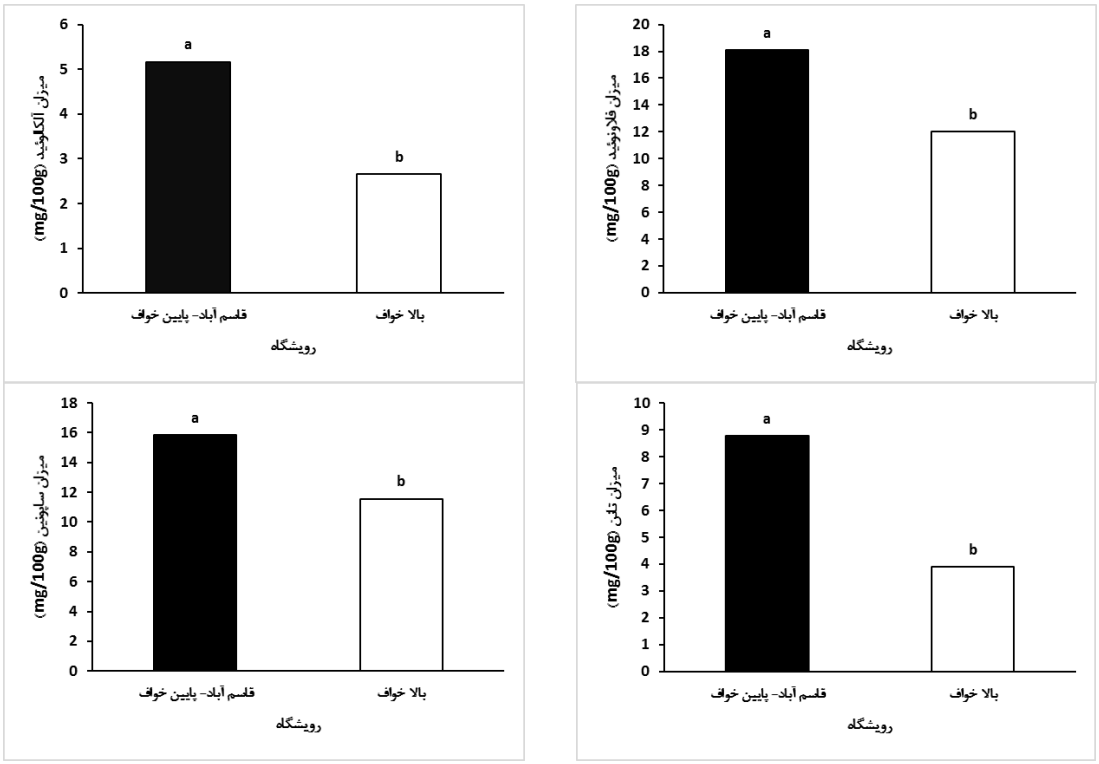


شکل (۳): مقایسه مقادیر خصوصیات خاک در دو رویشگاه قاسم‌آباد (پایین خواف) و چمن‌آباد (بالا خواف)

٤- بحث

استخراج و خالص‌سازی متابولیت‌های ثانویه از گیاهان وحشی طبیعی معمولاً نیاز به یک فرآیند پیچیده و زمان‌بر دارد و با این حال، بازده محصول نهایی مطلوب اغلب بسیار پایین است. در نتیجه، یافتن رویکردهای عملی برای تشدید فرآیند و افزایش بازده، چالشی جدی برای محققان است. سنتز و تجمع اجزای فیتوشیمیایی گیاه به‌طور حیاتی به شرایط محیطی بستگی دارد. برای اکثر گیاهان، عوامل یا متغیرهای خارجی (نور، دما، آب خاک،

حاصلخیزی خاک و شوری) می‌توانند به‌طور قابل توجهی بر برخی از فرآیندهای مرتبط با رشد و نمو گیاهان، حتی توانایی آنها در سنتز متابولیت‌های ثانویه، تأثیر بگذارند و در نهایت منجر به تغییر پروفایل‌های کلی فیتوشیمیایی شوند که نقش استراتژیکی در تولید مواد فعال زیستی دارند (Yang et al., 2018). با توجه به شرایط محیطی، خاک مهم‌ترین عامل تحریک کننده متابولیت‌های ثانویه است، زیرا حرکت و در دسترس بودن هوا، مواد مغذی و آب را کنترل می‌کند (Chaouqi et al., 2023).



شکل(٤): مقایسه مقدار متابولیت‌های ثانویه گیاه مرغ در دو رویشگاه قاسم‌آباد (پایین خواف) و چمن‌آباد (بالا خواف)

از میان پارامترهای خاک، سه متغیر نیتروژن، آهک و اسیدیته در دو رویشگاه تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین میزان هدایت الکتریکی، سدیم، درصد اشباع خاک، فسفر، پتاسیم، منیزیم و کلسیم در منطقه قاسم‌آباد بیشتر از پایین خواف است. تنها متغیر کلر در پایین خواف بیشتر است. زمانی و همکاران (۱۴۰۲) نیز در تحقیق خود نشان دادند که فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک شامل رطوبت، منیزیم، هدایت الکتریکی، ماده آلی، پتاسیم و نسبت جذب سدیم خاک منطقه در دو دامنه شمالی وجنوبی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند. آنها بیان می‌کنند که به‌نظر می‌رسد علت آن است که اختلاف در ترکیبات اسانس گیاه *Baghtilak rangeland* می‌تواند ناشی از تفاوت خصوصیات اکولوژیک مناطق رویشی باشد.

براساس نتایج میزان متابولیت‌های ثانویه در دو رویشگاه دارای تفاوت معنی‌دار است و مقدار آنها در رویشگاه قاسم‌آباد بیشتر از بالای خواف است. ذکریانژاد و همکاران (۱۴۰۱) نیز بیان کردند که با توجه به اثر شرایط رویشگاه‌های متفاوت بر ترکیب فنلی گیاه بنفشه معطر (*Viola odoratata* L.) بیشترین مقدار محتوای ترکیبات فنلی اندام برگ گیاه در رویشگاه‌های محمد آباد بهشهر مشاهده می‌شود. در تحقیق دیگری تجزیه اسانس گونه *Dracocephalum ghahremanii* نشان داد که ترکیب شیمیایی آن در مناطق مختلف متفاوت است. بخش عمده ترکیب‌های اسانس در مناطق تنگ کاورد و دیباج به سزکوییترپن‌های هیدروکربنی مربوط بود، در حالی‌که در منطقه تاش سزکوییترپن‌های اکسیژن‌دار و مونوترپن‌های اکسیژن‌دار بیشترین مقادیر را به خود اختصاص دادند (عصری و همکاران، ۱۴۰۳). مهدوی و همکاران (۱۴۰۱) بیان کردند که بازده اسانس *گیاه Phlomis olivieri* در دو منطقه مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است و از طرفی با بررسی درصد ترکیبات شیمیایی مشترک و اصلی اسانس این گیاه می‌توان بیان کرد که به جز ترکیب Alpha-pinene، سایر ترکیبات دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بودند.

میزان فلاونوئید گیاه مرغ در هر دو رویشگاه با میزان منیزیم و نیتروژن همبستگی دارد (جدول ۴). Wen-Hua et al. (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که اثرات در دسترس بودن نیتروژن بر تجمع متابولیت‌های ثانویه در گیاه *Erigeron breviscapus* تحت تأثیر تغییرات ژنتیکی و محیطی است. محققان دریافتند که در طی دو سال آزمایش، عدم مصرف نیتروژن نسبت به کاربرد ۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، مقدار فنول کل کمتری در گیاه *Salvia multicaulis* Vahl تولید کرد. همچنین مصرف نیتروژن بیشتر از ۷۰ کیلوگرم در هکتار منجر به کاهش میزان فنول کل گردید (پشت‌دار و همکاران، ۱۳۹۷). همبستگی منیزیم بر فلاونوئید در بالای خواف بیشتر از پایین خواف و به صورت منفی است. ستار و آسمانه (۱۴۰۲) نیز در تحقیق خود نشان دادند که با افزایش منیزیم، مقدار ترکیبات فنلی *Thymus vulgaris* L. نسبت به شاهد کاهش یافت.

جدول(٤): نتایج همبستگی بین برخی خصوصیات خاک و مقدار متابولیت‌های ثانویه در گیاه مرغ

متابولیت	تانن		ساپوتنین		فلاونوئید		آلکالوئید	
رویشگاه	پایین خواف	بالای خواف	پایین خواف	بالای خواف	پایین خواف	بالای خواف	پایین خواف	بالای خواف
تست جذب سدیم	۰/۰۸	−۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۲۰	−۰/۷۵*	۰/۳۸	۰/۶۹*	۰/۴۶
آهک	−۰/۶۴*	−۰/۱۵	۰/۵۹*	−۰/۳۳	−۰/۱۷	−۰/۱۸	۰/۲۰	−۰/۳۳
کلر	۰/۹۵**	−۰/۱۶	−۰/۹۱	−۰/۴۶	۰/۳۵	−۰/۳۴	−۰/۴۲	−۰/۵۴*
سدیم	۰/۶۱*	−۰/۷۵*	−۰/۵۵*	−۰/۵۹*	۰/۱۲	۰/۵۶	−۰/۱۵	۰/۲۸
منیزیم	۰/۰۷	۰/۷۱*	−۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۶۵*	−۰/۸۸**	−۰/۶۰*	−۰/۷۱*
کلسیم	۰/۳۵	−۰/۷۴*	−۰/۳۰	−۰/۸۹**	۰/۰۰	۰/۱۲	−۰/۰۷	−۰/۲۷
پتاسیم	۰/۷۲*	−۰/۱۲	−۰/۷۶*	۰/۰۱	۰/۴۷	۰/۲۶	−۰/۵۵*	۰/۲۶
فسفر	۰/۳۰	۰/۵۶*	−۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۰۱	−۰/۵۷*	−۰/۰۸	−۰/۴۰
نیتروژن	۰/۱۵	−۰/۵۶*	۰/۰۵	−۰/۰۶	−۰/۶۳*	۰/۹۸**	۰/۵۶*	۰/۹۳**
اسیدیته	−۰/۵۳*	−۰/۰۶	۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۳۶	۰/۴۵	−۰/۲۸	۰/۵۵*
هدایت الکتریکی	−۰/۵۷*	−۰/۵۹*	۰/۳۴	−۰/۲۱	۰/۴۵	۰/۸۱*	−۰/۳۹	۰/۷۰*
کلسیم به منیزیم	−۰/۸۸**	−۰/۹۹**	−۰/۵۰	−۰/۸۳**	۰/۹۳**	۰/۶۹*	۰/۷۹*	۰/۹۷**
پتاسیم به سدیم	۰/۸۷**	۰/۹۹**	۰/۴۹	۰/۸۸**	−۰/۹۴**	−۰/۶۱*	−۰/۷۸*	−۰/۹۹**

* و ** به ترتب نشان دهنده معنی دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ است. مواردی با عدم معنی داری بدون علامت است.

میزان تانن و ساپونین در پایین خواف با میزان کلر و پتاسیم و در بالای خواف با میزان سدیم و کلسیم رابطه دارد. در تحقیقی (Vaneková et al., 2020) بیان شد که رابطه بین میزان مواد مغذی خاک و میزان تانن‌های متراکم در همبستگی قوی بین میزان کربن خاک و میزان آنتوسیانین‌ها منعکس می‌شود. *Vaccinium myrtillus* L. که در خاک‌های فقیرتر رشد می‌کنند، مقادیر بیشتری آنتوسیانین تولید می‌کنند که پیش‌ساز تانن‌های متراکم (پروسیانیدین‌ها، پرودلفینیدین‌ها و دیمرها و تریمرهای آنها) هستند. با این حال، این اثر به همبستگی مستقیم بین کربن خاک و تانن‌ها تبدیل نمی‌شود، بنابراین به احتمال زیاد عوامل محیطی قوی‌تر دیگری نیز بر مقدار متابولیت‌های ثانویه موثر هستند (Vaneková et al., 2020). Ibrahim et al. (۲۰۱۲) تأیید کردند که کود پتاسیم بالا باعث افزایش محتوای کربوهیدرات می‌شود که به‌طور همزمان تولید متابولیت‌های ثانویه را در *Labisia punila* افزایش می‌دهد. در بررسی تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد کمی و کیفی *Thymus daenensis*، نتایج نشان داد که درصد ترکیبات گاما ترپینن، کارواکرول و پاراسیمن با افزایش میزان پتاسیم و کاهش میزان pH خاک افزایش یافت (Safaei et al., 2016). Chaouqi et al. (۲۰۲۳) تأثیر ترکیب خاک بر متابولیت‌های ثانویه زعفران مراکشی (*Crocus sativus* L.) را بررسی کردند. نتایج نشان داد که نمونه‌های زعفران رشد یافته در خاک‌های غنی از مواد آلی، فسفر و پتاسیم حاوی مقادیر بالایی از کروسین و کامفرول ۳–سوفوروزید ۷–گلوکوزید اما مقادیر کمی از سافرانال بودند. میزان آلکالوئید در پایین خواف با میزان منیزم و SAR و در بالاخواف با میزان منیزیم و نیتروژن همبستگی دارد. به گفته Hahn et al. (۲۰۰۳) سطح نیتروژن در خاک بر محتوای آلکالوئید گیاه *Panax ginseng* تأثیر می‌گذارد. از طرفی زمانی و همکاران (۲۰۱۴) تایید کرد که با افزایش نیتروژن در خاک، متابولیت‌های ثانویه به‌ویژه آلکالوئیدها و فلاونوئیدها در گیاه *Rubia tinctorum* L. افزایش می‌یابد. همبستگی بین خصوصیات گیاه *D. ghahremanii* با برخی از عوامل محیطی رویشگاه‌های این گونه نشان داد از میان پارامترهای خاک آهک، ماده آلی، نیتروژن، فسفر، ماسه و سیلت بیشترین همبستگی معنی‌دار را با صفات مورفولوژیک و ترکیب‌های اسانس این گیاه دارند (عصری و همکاران، ۱۴۰۳).

تحقیق حاضر نشان داد که پارامترهای فسفر، اسیدیته و آهک کمترین همبستگی را با متابولیت‌های ثانویه دارند. در حالی‌که Moghaddam, and Farhadi (۲۰۱۵) در مطالعه خود دریافتند که بالاترین میزان عصاره *Ferula assa-foetida* در مراتعی با بالاترین میزان آهک در خاک به‌دست می‌آید. محققان در مطالعه‌ای در ایتالیا دریافتند که ترکیبات مهمی مانند آلفا پینن و لیمونن در گیاه مورد (*Myrtus communis*) در رویشگاه با خاک آهکی در مقایسه با خاک سیلیسی، مقادیر بیشتری دارند (Flamini et al., 2004). پیرمرادی (۱۳۹۰) در مطالعه خود بیان نمود که گیاه *Ferula assa-foetida* L. خاک‌های آهکی را برای رشد ترجیح می‌دهد و هرچه رویشگاه آنغوزه آهک بیشتری داشته باشد، گیاه عملکرد کیفی بهتری به‌خصوص در مورد بازده عصاره دارد. pH خاک به دلیل تأثیر عمیق آن بر واکنش‌های شیمیایی بی‌شماری شامل مواد مغذی ضروری گیاه، عناصر گیاهی و آلاینده‌ها، «متغیر اصلی» شیمی خاک در نظر گرفته می‌شود. به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، pH بر حلالیت عناصر در خاک تأثیر می‌گذارد و در دسترس بودن و تحرک بیولوژیکی آنها را تعیین می‌کند. برای اینکه یک ماده غذایی در دسترس گیاه باشد، ابتدا باید در محلول حل شود. بنابراین، مدیریت pH هم برای مدیریت زراعی و هم برای مدیریت زیست محیطی حیاتی است (Penn and Camberato, 2019). Shah et al. (۲۰۱۸) در پژوهش خود بیان کردند که pH خاک اثرات مثبتی بر غلظت متابولیت‌های ثانویه‌ای چون paeonol و paeoniflorin دارد. همچنین Yuan et al. (۲۰۲۰) در پژوهش خود pH خاک را عامل اصلی تأثیرگذار بر مقدار فلاونوئیدهای موجود در گیاه معرفی کردند که اثرات مثبت و مستقیم بر غلظت

فلاونوئید کل دارد. در مطالعه‌ای مشخص شد که هرچه خاک رویشگاه‌ها میزان فسفر و مواد آلی بیشتری داشته باشد، بازده عصاره نیز در گیاه مورد بیشتر بوده است (میرآزادی و همکارن، ۱۳۹۱). فروزه و میردیلمی (۱۳۹۸) در تحقیقی به بررسی نقش عوامل محیطی بر مقدار متابولیت‌های ثانویه گیاه بومادران (*Achillea milefolium* L.) در مراتع ییلاقی استان گلستان پرداختند. نتایج نشان داد مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر مقدار اسانس گیاه بومادران بترتیب دما، ارتفاع از سطح دریا، مقدار آهک، مقدار سیلت خاک و مقدار رطوبت نسبی می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری کلی

سازگاری گیاه با تنش‌های محیطی یک رفتار اکولوژیکی گسترده در طبیعت است. به‌عنوان یک رفتار فنوتیپی و آشکار، سازگاری مورفولوژیکی گیاه با محیط نسبتاً قابل مشاهده و تشخیص است، در حالی‌که به‌عنوان یک رفتار ذاتی و ضمنی، کشف سازگاری بیوشیمیایی گیاه نسبتاً سخت است و هنوز به‌طور کامل درک نشده است. پژوهش حاضر بر پاسخ متابولیت‌های ثانویه مهم گیاهی مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ساپونین‌ها و تانن‌ها تولید شده از فرآیندهای بیوشیمیایی در گیاه مرغ به شرایط خاک در دو رویشگاه متفاوت تمرکز دارد.

با توجه به اینکه بیشترین مقدار متابولیت‌های ثانویه مورد بررسی در رویشگاه پائین خواف به‌دست آمد، علت این امر احتمالا مقادیر بالای عناصر غذایی باشد که به دنبال آن رشد رویشی گیاه افزایش یافته و سطح وسیع‌تری جهت تولید متابولیت ثانویه در اختیار گیاه قرار دارد. همچنین میزان شوری بالای خاک در رویشگاه پائین خواف اثر تحریک کننده بر تولید متابولیت‌های ثانویه دارد. به‌طورکلی مقدار هر چهار متابولیت ثانویه گیاه مرغ در قاسم‌آباد (پایین خواف) بیشتر از بالای خواف است. در نتیجه با توجه به اینکه بافت خاک در قاسم‌آباد شنی- لومی و در چمن‌آباد لومی می‌باشد، خاک‌های با شن بیشتر و غنی از عناصر غذایی رویشگاه مناسبی برای *C. dactylon* است. همچنین نتایج دریافتی از این پژوهش در مقایسه با نتایج پژوهشگران دیگر حاکی از آن است که عملکرد کیفی اسانس گیاه *C. dactylon* می‌تواند در مناطق مختلف، بایکدیگر تفاوت داشته باشد و این تغییرات می‌تواند ناشی از تفاوت‌های اکولوژیک مناطق رویشی گونه مورد نظر اعم از تاثیر عوامل خاکی بوده و خواص و کاربرد اسانس را تحت تاثیر قرار دهد.

منابع

بولتن ماهانه اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی. (۱۳۹۹). ۲۳-۱.

پیرمرادی، م. (۱۳۹۰). ارزیابی خصوصیات موفولوژیکی، فیزیلوژیکی، فیتوشیمیایی و ژنتیکی گیاه دارویی آنغوزه (Ferula foetida-assa L.) در استان کرمان. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

پشت‌دار، ع.، ابدالی مشهدی، ع.، مرادی، ف.، سیادت، ع.، و بخشنده، ع. (۱۳۹۷). پاسخ بیوشیمیایی و عملکردی نعناع فلفلی (Mentha piperita L.) به محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط تغذیه نیتروژنی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، (۲)۳۴، ۳۲۹-۳۰۹.

توکلی، م.، سلطانی، س.، ترکش اصفهانی، م.، و کرمیان، ر. (۱۴۰۱). بررسی اثر برخی از عوامل محیطی بر ترکیب اسانس Salvia multicaulis Vahl. در استان همدان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، (۴)۳۸، ۵۶۳-۵۴۵.

ذکریانژاد، ن.، مرادی، ح.، بی‌پروا، پ.، و معماریانی، ز. (۱۴۰۱). اثر ارتفاع و خصوصیات خاک بر برخی متابولیت‌های ثانویه اندام‌های مختلف بنفشه معطر (Viola odorata L.) در رویشگاه‌های مختلف طبیعی استان مازندران. فیزیولوژی محیطی گیاهی، (۶۷)۱۷، ۱۲۵-۱۱۱.

زمانی، ز.، تمرتاش، ر.، حیدری، ق.، و جعفریان‌جلودار، ز. (۱۴۰۲). بررسی اثر عوامل اکولوژیک بر ترکیبات شیمیایی اسانس گونه دارویی چای کوهی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، (۴)۳۰، ۵۰۴-۴۸۹.

زمانی، ز.، تمرتاش، ر.، حیدری، ق.، و جعفریان‌جلودار، ز. (۱۴۰۳). بررسی فاکتورهای محیطی اثرگذار بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی چای کوهی (Stachys lavandulifolia Vahl.) در دو دامنه شمالی و جنوبی رویشگاه مرتعی گردنه‌سر سوادکوه. مطالعات علوم محیط زیست، (۳)۹، ۸۷۹۹-۸۷۸۲.

ستار، ک.، و آسمانه، ط. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف کلسیم به منیزیم بر رشد و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی گیاه آویشن باغی (Thymus vulgaris L.). فرآیند و کارکرد گیاهی، (۵۷)۱۲، ۱۸-۱.

سلیمانی رحیم‌آبادی، م.، حسینی‌نصر، م.، جلیلوند، ح.، حجتی، م.، و بی‌پروا، پ. (۱۳۹۹). بررسی تمایز مواد مؤثره برگ زبان‌گنجشک (Fraxinus excelsior) و ارتباط آن با مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های هیرکانی. علوم و فناوری چوب و جنگل، (۳)۲۷، ۱۴۸-۱۳۱.

سفیدکن، ف. (۱۳۸۷). برنامه‌ریزی راهبردی تحقیقات گیاهان دارویی. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۴۰ ص.

عصری، ی.، و ربیعی، م. (۱۴۰۳). تأثیر برخی عوامل محیطی بر صفات مورفولوژیکی و ترکیب‌های اسانس گونه انحصاری Dracocephalum ghahremanii Jamzad در ایران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، (۲)۴۰، ۳۸۷-۳۶۷.

فروزه، م.، و میردیلمی، ز. (۱۳۹۸). بررسی اثر عوامل محیطی بر تغییرات ترکیبات شیمیایی اسانس گونه دارویی بومادران (Achillea milefolium L). مرتع، (۴)۱۳، ۶۰۹-۵۹۶.

مهدوی، خ.، یوسفیان، م.، و عفتی، ع. (۱۴۰۱). مقایسه کمیت و کیفیت اسانس گیاه گوش‌بره زرد یا چالمه (Phlomis olivieri) در رویشگاه‌های کلاردشت و بلده، استان مازندران. فیزیولوژی محیطی گیاهی، (۱)۵۰۰، ۹۴-۷۷.

میرمحمدی شکتایی، س. ف.، مهدوی، م.، و جوری، م. ح. (۱۴۰۰). بررسی عوامل ادافیکی و ارتفاع بر تغییرات ترکیبات شیمیایی گونه گل اروانه زیبا (Hymenocrater elegans) (مطالعه موردی: مراتع بلده نورمازندران). مرتع، (۲)۱۵، ۳۴۳-۳۳۲.

میرآزادی، ز.، پیله‌ور، ب.، و تجلی ع. (۱۳۹۱). توصیف برخی از عوامل اکولوژیک سه رویشگاه جنگلی مورد (Myrtus communis L.) در استان لرستان با تأکید بر نقش آنها در بازده اسانس و ترکیب شیمیایی آن. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، (۶)۲، ۴۳-۵۲.

Alami, M.M., Guo, S., Mei, Z., Yang, G., and Wang, X. (2024). Environmental factors on secondary metabolism in medicinal plants: exploring accelerating factors. Medicinal Plant Biology, 3(1), 1-11.

Alves, P.A.C., Gross, E., do Bomfim Costa, L.C., Silva, V.C., Corrêa, F.M., and de Oliveira, R.A. (2014). Biomass and essential oil production from menthe is influenced by compost and lime. Journal of Medicinal Plants Research, 8(12), 468-474.

Aslam, K., Nawchoo, I.A., and Ganai, B.A. (2015). Altitudinal variation in some phytochemical constituents and stomatal traits of Primula denticulata. International Journal of Advances in Scientific Research, 1(2), 93-101.

Chaouqi, S., Moratalla-López, N., Alonso, G.L., Lorenzo, C., Zouahri, A., Asserar, N., Haidar, E. M., and Guedira, T. (2023). Effect of soil composition on secondary metabolites of moroccan saffron (Crocus sativus L.). Plants, 12(4), 711.

Flamini, G., Cioni, P.L., Morelli, I., Maccioni, S., and Baldini, R. (2004). Phytochemical typologies in some populations of Myrtus communis L. on Caprione Promontory (East Liguria, Italy). Food chemistry, 85(4), 599-604.

Guo, L., Wang, S., Zhang, J., Yang, G., Zhao, M., Ma, W., Zhang, X., Li, X., Han, B., Chen, N., and Huang, L. (2013). Effects of ecological factors on secondary metabolites and inorganic elements of Scutellaria baicalensis and analysis of geoherblism. Science China Life Sciences, 56(11), 1047-1056.

Hahn, E.J., Kim, Y.S., Yu, K.W., Jeong, C.S., and Paek, K.Y. (2003). Adventitious root cultures of Panax ginseng CV Meyer and ginsenoside production through large-scale bioreactor system. Journal of plant biotechnology, 5(1), 1-6.

Ibrahim, M.H., Jaafar, H.Z., Karimi, E., and Ghasemzadeh, A. (2012). Primary, secondary metabolites, photosynthetic capacity and antioxidant activity of the Malaysian Herb Kacip Fatimah (Labisia Pumila Benth) exposed to potassium fertilization under greenhouse conditions. International Journal of Molecular Sciences, 13(11), 15321-15342.

Mohammadi Moghaddam, S., Ghorbani, A., Arzani, H., Azizi Mobser, J. and Mostafazadeh, R. (2021). Effect of soil properties on above-ground net primary production in Moghan-Sabalan Rangelands, Iran. Journal of Rangeland Science, 11(2), 125-140.

Moghaddam, M., and Farhadi, N. (2015). Influence of environmental and genetic factors on resin yield, essential oil content and chemical composition of Ferula assa-foetida L. populations. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 2, 69-76.

Penn, C.J., and Camberato, J.J. (2019). A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. Agriculture, 9(6), 120.

Pu, Y.J., Wang, D.D., Yan, Y.A.N., Tian, H.L., Peng, B., Qin, X. M., Ma, C. G., Du, C. H., Hu, B. X., and Zhang, F.S. (2017). Analysis of influencing factors of secondary metabolites contents in cultivated Polygala tenuifolia. Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo Zhongyao Zazhi= China Journal of Chinese Materia Medica, 42(16), 3167-3177.

Reshi, Z.A., Ahmad, W., Lukatkin, A.S., and Javed, S.B. (2023). From nature to lab: A review of secondary metabolite biosynthetic pathways, environmental influences, and in vitro approaches. Metabolites, 13(8), 895.

Safaei, L., Sharifi Ashoorabadi, E., and Afiuni, D. (2016). Study of effective environmental factors on thyme quality and quantity in field and habitat conditions. Plant Ecophysiology, 29 (9), 195-203.

Salam, U., Ullah, S., Tang, Z.H., Elateeq, A.A., Khan, Y., Khan, J., Khan, A., and Ali, S. (2023). Plant metabolomics: an overview of the role of primary and secondary metabolites against different environmental stress factors. Life, 13(3), 706.

Shah, F.A., Ren, Y.U.A. N., Yuan, Y.J., Fu, S., Wang, Y., and Chen, H. (2018). Effect of plant age and geographical location on active paeonol and paeoniflorin accumulation in the roots of Paeonia ostii. Pakistan Journal of Botany, 50(5), 1785-1790.

Singh, S.K., Kesari, A.N., Gupta, R.K., Jaiswal, D., and Watal, G. (2007). Assessment of antidiabetic potential of Cynodon dactylon extract in streptozotocin diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology, 114(2), 174-179.

Touhami, I., Ghazghazi, H., Sellimi, H., Khaldi, A., and Mahmoudi, H. (2017). Antioxidant activities and phenolic contents of bark and leave extracts from Tunisian native tree: Fraxinus angustifolia Vahl. subsp. Angustifolia. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 45, 2496-2501

Vaneková, Z., Vanek, M., Škvarenina, J., and Nagy, M. (2020). The influence of local habitat and microclimate on the levels of secondary metabolites in Slovak bilberry (Vaccinium myrtillus L.) fruits. Plants, 9(4), 436.

Yang, L., Wen, K.S., Ruan, X., Zhao, Y.X., Wei, F., and Wang, Q. (2018). Response of plant secondary metabolites to environmental factors. Molecules, 23(4), 762.

Yuan, Y., Tang, X., Jia, Z., Li, C., Ma, J., and Zhang, J. (2020). The effects of ecological factors on the main medicinal components of Dendrobium officinale under different cultivation modes. Forests, 11(1), 94.

Zidorn, C. (2010). Altitudinal variation of secondary metabolites in flowering heads of the Asteraceae: trends and causes. Phytochemistry reviews, 9(2), 197-203.

Su WenHua, S.W., Zhang GuangFei, Z.G., Zhou Hong, Z.H., and Zhang YaNi, Z.Y. (2009). Effects of nitrogen availability in soil on the contents of flavonoids and caffeates in a medicinal plant, Erigeron breviscapus. Chinese Journal of Plant Ecology, 33(5), 885-892.

Zamani, Z., Zeinali, H., Sinaki, J.M., and Madani, H. (2014). Effects of nitrogen and phosphorous fertilizers on the yield and secondary metabolites of medicinal plant Rubia tinctorum L. under salinity conditions. Iranian Journal of Plant Physiology, 4(2), 949-955.

Management of Natural Ecosystems
Volume 4, Issue 3, Autumn 2024, 14-24
http://emj.ardakan.ac.ir/article_730562.html

The effect of soil characteristics on secondary metabolites of *Cynodon dactylon* in the rangelands of Khaf County, Khorasan Razavi Province

Jafar Zanganeh[1], Jalil Farzadmehr[*2], RezaYari[3]

CC BY

Research Article

1. M.Sc. Graduated, Department of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran.

jafarzangenah1352@gmail.com

2. Associate Professor, Department of Nature Engineering and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran.

j.farzadmehr@torbath.ac.ir

* Corresponding author

3. Assistant Professor, Khorasan-e-Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.

yarireza1364@gmail.com

Article Code: 2505-1102
Countinus Pagination: 841-851

Received: 16 May 2024
Accepted: 26 Agust 2024
Online: 18 October 2025
Review speed: 103 days

Citation:
Zanganeh, J., Farzadmehr, J., and Yari, R. (2024). The effect of soil characteristics on secondary metabolites of Cynodon dactylon in the rangelands of Khaf County, Khorasan Razavi Province. Management of Natural Ecosystems, 4(3), 14-24.

Abstract

Environmental characteristics of a plant species can affect the quantity and quality of its secondary metabolites. Determining the effect of each environmental factor can help identify the most suitable habitat for a species. This study aimed to investigate the effect of soil conditions on the levels of secondary metabolites of *Cynodon dactylon* in two habitats of Khaf County (Bala-Khaf and Pain Khaf) in 2022. Sampling was done using a completely randomized method from soil and *Cynodon dactylon* plants. Soil properties including soil texture, acidity, electrical conductivity, organic matter content, and anion and cation concentrations and secondary metabolites including alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins were measured in the laboratory. After harvesting and extractingessential oil from the mentioned plant using the hydrodistillation method, the composition of essential oil was determined by GC-MS device. The results of the T-test indicated that the values of EC, SAR, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sodium ($p < 0.01$) weresignificantly higher in the Pain Khaf habitat and the amount of chlorine ($p < 0.01$) was significantly higher in the upper Khaf habitat. The levels ofinvestigated secondary metabolites (alkaloid, flavonoid, saponin and tannin) in the habitat of the Pain-Khaf had a significant increase compared to the habitat of the Bala-Khaf, among which the alkaloid leveland tannins showed a significant increase. According to the results of the correlation analysis, there was a positive and significant correlation between the amount of alkaloid and the percentage of soil organic nitrogen in the habitats of Bala-Khaf and Pain-Khaf. Also, there was a positive correlation between flavonoid parameters in the Bala-Khaf habitat with soil organic nitrogen percentage and salinity and a negative correlation with magnesium. The results indicated that, in the Paein Khaf habitat, saponin content had a positive correlation with soil lime content, whereas tannin content showed a negative correlation with the same parameter. It is expected that this reviewwill provide a comprehensive picture of the soil physicochemical factors responsible for the fluctuations in secondary metabolites, and provide a practical way to obtain consistent quality and high quantity of bioactive compounds in vegetation and provide suggestions for future research and development.

Key Words:

Medicinal plant, flavonoid, tannin, saponin, alkaloid.

ISSN: 2821-0182
DOI: 10.22034/emj.2025.730562