

باسمه تعالی

استفاده از داروهای گیاهی از قدیمی ترین روش های موثر در حفظ سلامتی بوده است که بخشی جدایی ناپذیر از توسعه تمدن مدرن می باشد. بسیاری از داروهای امروزی، منشأ گیاهی دارند. سازمان بهداشت جهانی (WHO)، تخمین می زند که امروزه حدود ۸۰ درصد از مردم جهان در جهت درمان اولیه بیماری ها از گیاهان دارویی بهره می برند.

رده بندی تاکسونومیکی گیاه پرسیاوش:

Kingdom: Plantae; Division: Pteridophyta; Class: Pteridopsida; Order: Pteridales;
Family: Adiantaceae; Genus: *Adiantum*, Species: *Adiantum cappilus-veneris*.

گونه *Adiantum cappilus-veneris* گیاهی است که اغلب بر روی صخره های آهکی و دور از تابش مستقیم نور خورشید رشد می کند. در این گونه، ساقه کوتاه و خزنده و دارای فلس های قهوه ای طلایی یا قهوه ای رنگ می باشد. برگ ها به صورت آویزان با اندازه ۷۵-۱۵ سانتی متر در فواصل نزدیک به هم قرار دارند. اندازه دم برگ در این گیاه، ۱/۵-۰/۵ میلی متر است و بدون کرک می باشد. پهنک برگ، شانه ای است و اندازه هاگ ها ۴۰-۵۰ میکرومتر می باشد. این گونه در سراسر جهان و در مناطق مرطوب و سایه دار رشد می کند. برگ های تازه یا خشک شده این گیاه و همچنین ساقه و ریشه تازه آن، خواص دارویی دارد. تحقیقات نشان داده است که این گونه دارای خواص آنتی میکروبی، ضد التهابی و ضد درد، فعالیت هیپوگلیسمی، آنتی اکسیدانی و اثرات محرک رشد مو می باشد (Al-Snafi, 2015).

Adiantum جنسی از خانواده Adiantaceae با حدود ۲۰۰ گونه گیاهی می باشد که پراکنش گسترده ای در جهان از نواحی خنک تا نواحی گرم استوایی دارد. گونه های زیادی از این جنس در طب سنتی چین در درمان بیماری های انسانی و حیوانی مورد استفاده قرار گرفته اند (Pan et al., 2011).

بارکدینگ DNA یک تکنیک در حال توسعه به منظور شناسایی گونه ها با استفاده از توالی های DNA می باشد. در مطالعه ای به منظور شناسایی بارکد DNA مطلوب برای جنس *Adiantum* از ۵ نشانگر پلاستییدی و ۸ نشانگر هسته ای استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که بر اساس فاکتورهای چون قدرت و کارایی، بهترین انتخاب برای بارکد کردن جنس *Adiantum*، ترکیب دو بارکد *trnH-psbA* + *rbcL* می باشد. تعداد مطالعات بارکدینگ در سرخس ها در مقایسه با گیاهان دانه دار نسبتاً کم است؛ این در حالی است که ترکیب اطلاعات مربوط به توالی های DNA و صفات مورفولوژیکی ارگانسیم، می تواند شناسایی و طبقه بندی گونه ها را تسهیل کند (Wang et al., 2016).

اسپوروفیت گیاه *Adiantum cappilus-veneris*، چندساله می باشد و دارای برگ هایی تا ۲۵ سانتی متر است که این برگ ها از ریزوم های خزنده خارج شده اند. عناصر تراکئیدی هم در ریشه و هم در ریزوم این جنس حضور دارند. تعداد ۱ تا ۵ هاگینه در حاشیه هر یک از برگ های این گونه وجود دارد. در این گونه، گامتوفیت

از هاگ‌ها ایجاد می‌شود و قلبی‌شکل و پروتالوس است. آرگن و آنتریدی نیز همراه باهم بر روی یک گامتوفیت قرار دارند. مطالعات نشان داده که نور قرمز سبب تحریک و نور آبی سبب سرکوب جوانه‌زنی هاگ‌ها در این گیاه می‌گردد. چرخه زندگی این گیاه به صورت تناوبی از دو نسل اسپوروفیت و گامتوفیت می‌باشد. در این مطالعه نشان داده‌شده که کل چرخه زندگی این گونه در شرایط آزمایشگاهی، طی ۱۰۰ روز کامل می‌گردد (از مرحله تولید گامت تا ایجاد اسپور در اسپوروفیت بالغ). در ابتدا یک تقسیم نابرابر در سلول اسپور رخ می‌دهد که سلول کوچک‌تر منشا تشکیل ریزوم و سلول بزرگ‌تر منشا تشکیل پروتال می‌باشد. اسپرماتیدها پس از شکل‌گیری در آنتریدی به کمک تاژک‌های خود به سمت ناحیه گردن آرگن حرکت کرده و خود را به سلول تخم می‌رسانند و ضمن لقاح با سلول تخم، زیگوت را ایجاد می‌کنند. برگ‌ها در این گونه به لحاظ آناتومیکی ۴ لایه دارند که دربرگیرنده‌ی دو لایه اپیدرم فوقانی و تحتانی و دو لایه‌ی مزوفیلی است. روزنه‌ها نیز در اپیدرم تحتانی وجود دارند. دمبرگ بالغ نیز دارای لایه اپیدرمی کوتینی‌شده به همراه سلول‌های اسکلرانشیمی و بافت آوندی است. در دمبرگ، دو دسته آوندی وجود دارد که در مرکز به صورت V شکل به یکدیگر ملحق می‌شوند. بافت آوندی شامل اندودرم، پری‌سایکل (دایره محیطیه)، آوند چوب و آوند آبکش است. درونی‌ترین بخش این بافت، محصور شده از متاگزیم می‌باشد. در این گونه، پری‌سایکل ۱ یا ۲ لایه و اندودرم تک‌لایه می‌باشد. هر اسپورانژیوم بالغ در این گونه، ۶۴ اسپور دارد که اسپورها، تریلت می‌باشند (Li et al., 2013).

با وجود این که سرخس‌ها دارای دودمان مشترک با گیاهان دانه‌دار می‌باشند، دانسته‌های مربوط به ژنوم این گیاهان، اندک است. در مطالعه‌ای cDNA پروتال سرخس *Adiantum cappilus-veneris* که تحت نور سفید رشد پیدا کرده‌بود، مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که ۱۰۴۲۰ توالی بیان‌شده (ESTs) به‌دست‌آمد که ۱۶۰۸ تا از این کلاسترها مشابه و جز توالی‌هایی با کارایی شناخته‌شده بودند؛ در حالی که ۱۹۰۲ تا از آن‌ها به هم شبیه بودند و توالی‌هایی با کارایی ناشناخته داشتند (Yamauchi et al., 2005).

هاگ‌های گونه *Adiantum cappilus-veneris* همولوگ می‌باشند. اسپورها در این گیاه بر اثر وقوع تقسیم میوز حاصل می‌شوند، سپس گامتوفیت از اسپورهای هاپلوئید حاصل می‌شود؛ پس از آن گامت‌ها بر اثر تقسیم میتوز در گامتوفیت، به وجود می‌آیند. ادغام اسپرم و تخمک سبب ایجاد سلول زیگوت می‌گردد که زیگوت در این گونه ممکن است در نتیجه‌ی یکی از ۳ نوع لقاح زیر ایجاد شده‌باشد: ۱- Intra-gametophytic selfing: زمانی رخ می‌دهد که سلول تخم و اسپرمی که باهم ترکیب می‌شوند از یک گامتوفیت منشا گرفته‌باشند. ۲- Inter-gametophytic selfing: زمانی رخ می‌دهد که سلول اسپرم و تخم از دو گامتوفیت مختلف یک اسپوروفیت با یکدیگر ترکیب شوند. ۳- Outcrossing: هنگامی رخ می‌دهد که دو سلول اسپرم و تخم از گامتوفیت‌های مشتق‌شده از دو اسپوروفیت مختلف با هم لقاح یابند. به‌علاوه این گونه توانایی تکثیر رویشی از طریق ریزوم را نیز دارا است. در گیاهان دانه‌دار، عواملی که در تعیین ساختار ژنتیکی جمعیت‌ها مهم تلقی می‌شوند، عبارت‌اند از: سیستم لقاحی، جریان ژنی، فشار انتخاب طبیعی، جهش، رانش ژنتیکی،

فیلوجرافیای درون گونه‌ای، تاریخچه تکامل و ویژگی‌های تاریخچه زندگی. مطالعات نشان داده که علی‌رغم وجود پتانسل برای درون‌لقاحی در پتریدوفیت‌ها، اکثریت گونه‌ها دگرلقاحی دارند و همین موضوع سبب تنوع ژنتیکی بیش‌تر در درون جمعیت‌ها نسبت به تنوع بین‌جمعیتی شده‌است. با این حال در بعضی از سرخس‌ها با وجود دگرلقاحی بالا، ساختار ژنتیکی قابل توجهی در درون جمعیت‌ها دیده می‌شود که ممکن است به دلیل سیستم patch باشد. روش استخراج DNA در این گونه، پروتکل اصلاح شده CTAB از Doyle & Doyle (1987) بود و از شیب غلظت سزیم کلرید استفاده شد. برنامه دمایی اعمال‌شده در PCR با بهره‌گیری از نشانگر میکروستلایتی (SSR) نیز از قرار زیر بود:

5 min at 95 °C; 28 – 35 cycles of 45 s at 94 °C, 45 s at annealing temperature (48 – 59 °C) and 45 s at 72 °C; followed by 72 °C for 5 min

به منظور بررسی محصولات حاصل از PCR نیز از ژل آگاروز ۱/۵ درصد استفاده شد. در این مطالعه ۳ جایگاه ژنی SSR مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که هر یک از این ۳ لوکوس به صورت میانگین دربرگیرنده‌ی ۹ آلل می‌باشند. مقادیر هتروزیگوسیتی مورد انتظار برای هر ۳ لوکوس بسیار بالا بود در حالی که مقادیر هتروزیگوسیتی مشاهده‌شده برای همه لوکوس‌ها نزدیک به صفر بود. نتایج نشان داد که ضریب خودلقاحی برای جمعیت‌هایی با مقادیر بالای هتروزیگوسیتی زیاد می‌باشد (Pryor et al., 2001). در مطالعه‌ای انواع اسپور در جنس *Pteris* (در کشور مکزیک و بخش‌هایی از آمریکا) به‌وسیله میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه اسپورهای این جنس را در ۶ نوع و دسته قرار داد که هر یک به شرح زیر است:

ویژگی کلی اسپورها از این قرار بود که همگی تریلت، چهاروجهی، مثلثی شکل در نمای قطبی، دارای زوایای مبهم در سمت راست، کمی محدب یا کمی مقعر بودند، هم‌چنین در نمای استوایی، وجه پروگزیمال صاف یا کمی محدب یا مقعر است. وجه دیستال، محدب یا نمیکره‌ای است. رنگ اسپورها، قهوه‌ای، زرد و یا قهوه‌ای-مشکی است. اندازه قطر استوایی بین ۲۶ تا ۶۲ میکرومتر و اندازه قطر قطبی بین ۱۸ تا ۴۵ میکرومتر است. هر دو وجه هاگ‌ها با سینگلولوم از همه جدا می‌شوند که سینگلولوم ضخامت ۱ تا ۱۰ میکرومتر دارد و هم‌چنین بدون تزئینات و در اغلب اوقات کاملاً مشخص و پیوسته می‌باشد. ضخامت این بخش در گونه‌های مختلف این جنس گیاهی متغیر است؛ اما به صورت کلی بر مبنای سینگلولوم و ویژگی‌های اسپور، ۶ نوع اسپور در جنس *Pteris* مشاهده شد: ۱- نوع اول: سینگلولوم در آن به خوبی مشخص است، پیوسته و صاف و همراه با حاشیه کامل می‌باشد. وجه پروگزیمال تزئینات ضعیفی دارد و وجه دیستال، ناهموار است. ۲- نوع دوم: سینگلولوم در آن به خوبی مشخص است، پیوسته و صاف و همراه با حاشیه کامل می‌باشد. هر دو وجه پروگزیمال و دیستال تزئینات مشابهی دارند. ۳- نوع سوم: سینگلولوم پیوسته و همراه با حاشیه کامل یا کمی موج‌دار است. ۴- نوع چهارم: سینگلولوم باریک و دارای حاشیه موج‌دار است. وجه پروگزیمال دارای بازو‌هایی است که به صورت موازی با سینگلولوم قرار گرفته و همین موضوع سبب می‌شود که سینگلولوم در نمای استوایی دو لایه به نظر رسد. ۵- نوع پنجم: سینگلولوم پیوسته

و دارای حاشیه‌ای کمی موج است. هر دو وجه پروگزیمال و دیستال، *baculo-echinatae* یا *baculite* می‌باشند. ۶-نوع ششم: سینگلوم پیوسته همراه با حاشیه کامل یا کمی موج است و تمام سطح اسپور دارای برآمدگی‌هایی است که این نوع اسپور در هر دو گونه *P.vittata* و *P.cretica* مشاهده گردید (Palacios-Rios et al., 2017).

در مطالعه‌ای، چندشکلی ژنتیکی ۹ جایگاه ژنی با بهره‌گیری از تکنیک توالی‌یابی در ۳۲ جمعیت از گونه *P.vittata* (چین) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که پلی‌مورفیسم بالایی در ۹ لوکوس مورد بررسی وجود دارد. اما هیچ مدرکی، وجود انتخاب و برتری لوکوس خاصی را تایید نکرد. هم‌چنین آزمون ماننل به منظور بررسی همبستگی بین فاصله ژنتیکی با عواملی چون فاصله جغرافیایی و ویژگی‌های خاک صورت گرفت؛ نتایج این آزمون نشان داد که همبستگی اندکی بین فاصله جغرافیایی و فاصله ژنتیکی جمعیت‌ها وجود دارد اما هیچ گونه همبستگی بین فاصله ژنتیکی و پارامترهای مربوط به خاک هم‌چون انباشتگی فلزات سنگین وجود ندارد (Yang et al., 2013).

شناسایی و طبقه‌بندی موجودات زنده گامی ابتدایی و مهم در دانش مربوط به مدیریت تنوع زیستی است. مطالعات تاکسونومیکی به صورت سنتی بر مبنای ویژگی‌های مورفولوژیکی و آناتومیکی ارگانسیم‌ها انجام شده‌است؛ اما پیشرفت تکنیک‌های مولکولی، اطلاعاتی را جهت شناخت تنوع ژنتیکی موجودات تولید کرده‌است. سال‌هاست که زیست‌شناسان از تکنیک‌های انگشت‌نگاری DNA هم‌چون نشانگرهای پلاستییدی و هسته‌ای و هم‌چنین ابزارهای تاکسونومیکی گذشته برای بررسی پویایی جمعیت‌ها، تعیین مرز گونه، هیبریداسیون و فیلوژنتیک استفاده می‌کنند (Morajkar et al., 2022).

سرخس‌ها، با وجود این که تعداد گونه‌های کم‌تری در مقایسه با گیاهان دانه‌دار دارند، نقش کلیدی در چرخه‌های کربن و نیتروژن اکوسیستم‌های زمینی را ایفا می‌کنند. این گروه از گیاهان، ۱۰ درصد از کل زیست‌توده زمینی و ۳۷-۲۵ درصد از زیست‌توده جنگل‌ها را تشکیل می‌دهند (Dong et al., 2015).

پتريدوفيت‌ها، گیاهان آوندی می‌باشند که دارای بافت آوند چوب و آبکش هستند. این گروه از گیاهان، به‌وسیله‌ی هاگ‌هایی که در هاگینه تولید می‌شوند، تولیدمثل می‌کنند. هاگینه یا همان سوری نیز بر روی اسپوروفیل (برگ‌های اسپوروفیتی) به‌وجود می‌آید. گیاهان این گروه می‌توانند جورهاگ یا ناجورهاگ باشند (Reddy, 2001).

پتريدوفيت‌ها، درختان یا بوته‌های کوچک و گیاهان آوندی چندساله می‌باشند که به‌وسیله‌ی هاگ‌های موجود در هاگینه، تولیدمثل می‌کنند؛ هاگینه‌ها عمدتاً در سطح پایینی برگ و در امتداد رگبرگ‌ها واقع‌اند. این گیاهان آوندی بدون گل، دارای تناوب نسلی از اسپوروفیت و گامتوفیت می‌باشند که دوره اسپوروفیتی غالب است (Aziz, 2017).

پتريدوفيت‌ها، گروهی از گیاهان می‌باشند که تنوع منحصر به فردی دارند و دارای پتانسیل بالایی از نظر مصارف زینتی، غذایی و دارویی می‌باشند. یکی از انواع گیاهان متعلق به پتريدوفيت‌ها، سرخس‌ها می‌باشند که در زیستگاه‌های مختلف، به راحتی رشد می‌کنند. فراوانی و گسترش بالای این گیاهان به این دلیل است که

هاگ‌های آن‌ها به راحتی به وسیله باد یا عوامل دیگر، پراکنده می‌شوند و قادر به زنده‌مانی در شرایط کم‌تر از بهینه هستند (Diliarosta et al., 2020).

در پتریدوفیت‌ها، دو نوع سیستم تولیدمثل وجود دارد: ۱-سیستم تولیدمثل درون‌گامتوفیتی (Intragametophytic mating) و ۲-سیستم تولیدمثل بین‌گامتوفیتی (Intergametophytic mating) که در سیستم نوع اول، دو گامتی که در لقاح شرکت می‌کنند هر دو از یک گامتوفیت به‌وجود آمده‌اند و در نتیجه زیگوت حاصل، هموزیگوت خواهد بود در حالی که در سیستم تولیدمثل نوع دوم دو گامت از دو گامتوفیت مجزا حاصل شده‌اند. سیستم تولیدمثل بین‌گامتوفیتی خود می‌تواند به زیرگروه‌های دیگری نیز تقسیم گردد: برای مثال در نوع Intergametophytic selfing، دو گامت از دو گامتوفیت مجزا به‌وجود آمده‌اند که گامتوفیت‌ها خود از یک اسپوروفیت حاصل شده‌اند اما در نوع Intergametophytic crossing علاوه بر این که دو گامت از دو گامتوفیت مجزا به‌وجود آمده‌اند؛ گامتوفیت‌ها نیز از دو اسپوروفیت مجزا حاصل شده‌اند (KLEKOWSKI JR, 1969).

در علم سیستماتیک برای تعیین روابط فیلوژنتیکی سرخس‌ها از ویژگی‌های متنوع هاگ هم‌چون شکل، اندازه و موقعیت هاگینه، هاگدان و هاگ استفاده می‌شود (Manton, 1950).

فرایند پلی‌پلوئیدی هم در پتریدوفیت‌های همواسپور و هم در پتریدوفیت‌های هترواسپور رخ می‌دهد اما فراوانی آن در گروه اول بسیار بیش‌تر است به طوری که ۹۶ درصد از پتریدوفیت‌های همواسپور دارای تعداد کروموزوم گامتیک بیش از ۲۷ تا هستند در حالی که ۹۰ درصد از پتریدوفیت‌های هترواسپور تعداد کروموزوم‌های گامتیک کم‌تر از ۲۸ تا دارند. به نظر می‌رسد وقوع پلی‌پلوئیدی‌های مکرر در پتریدوفیت‌های همواسپور برای حفظ تنوع ژنتیکی و مقابله با عواقب هموزیگوتی لازم است (Klekowski Jr & Baker, 1966).

یکی از ویژگی‌های سیستماتیک تیره Pteridaceae وجود اجسام سیلیکایی (Silica bodies) در دیواره سلولی سلول‌های اپیدرمی ریشه می‌باشد که در جنس‌هایی هم‌چون *Adiantum* و *Pteris* دیده می‌شود (Sundue, 2009).

پتریدوفیت‌ها، تراکتوفیت‌های اولیه‌ای هستند که دارای فعالیت فارماکولوژیک می‌باشند و انسان‌ها بیش از ۲۰۰۰ سال است که از این گیاهان استفاده می‌نمایند. در میان پتریدوفیت‌ها، تیره‌های Polypodiaceae، Pteridaceae و Adiantaceae بیش‌ترین خواص دارویی را دارند (Baskaran et al., 2018).

پتریدوفیت‌ها گروهی حدواسط بین گیاهان غیرآوندی و گیاهان دانه‌دار هستند که ۱۲۰۰۰ گونه در جهان دارند. از این گروه از گیاهان به عنوان غذا و دارو و یا برای محوطه‌سازی و باغبانی استفاده می‌شود. پتریدوفیت‌های خوراکی، منبع خوبی از پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و فیبر می‌باشند؛ این گروه از گیاهان سرشار از ترکیباتی چون استروئیدها، ترپنوئیدها و فنولیک‌اسید می‌باشند (Ojha & Devkota, 2021).

پتریدوفیت‌ها به دو گروه متمایز فیلوژنتیکی تقسیم می‌شوند: ۱-لیکوفیت‌ها، ۲-سرخس‌ها. این گروه از گیاهان از مناطق تندرا تا جنگل‌های استوایی پراکنش دارند اما در مناطق استوایی از تنوع بیش‌تری برخوردارند. اگرچه

این دو گروه در نواحی مرطوب فراوان تر هستند اما در نواحی خشک نیز، یافت می شوند. توزیع پتریدوفیت ها در محیط، به شدت به متغیرهای زیستگاهی چون بافت و حاصلخیزی خاک، دما، رطوبت اتمسفر، بارش و شدت نور وابسته است؛ از این رو به آن ها نشانگرهای زیست محیطی نیز گفته می شود (Della & Falkenberg, 2019). پتریدوفیت ها گروهی از گیاهان هستند که از دو دودمان لیکوفیت ها و مونیلوفیت ها تشکیل شده اند که هر دو گروه فاقد دانه هستند و از طریق هاگ تولیدمثل می کنند. لیکوفیت ها خود به ۳ کلاد به نام های Lycopodiales و Isoetales, Selaginellales تقسیم می شوند. مونیلوفیت ها نیز شامل گونه هایی هستند که به صورت سنتی به آن ها سرخس گفته می شود، البته بعضی از محققان بیان می کنند که نام مونیلوفیت ها به صورت معتبر منتشر نشده است و به جای آن از واژه سرخس ها و وابستگان آن ها استفاده می کنند (Santos et al., 2010).

- Al-Snafi, A. E. (2015). The chemical constituents and pharmacological effects of *Adiantum capillus-veneris*-A review. *Asian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 5(2), 106–111.
- Aziz, F. H. (2017). Survey of pteridophyta from Iraq and Iraqi kurdistan region. *Mesopotamia Environmental Journal (Mesop. Environ. j)* ISSN: 2410-2598, 3(2), 40–68.
- Baskaran, X., Geo Vigila, A., Zhang, S., Feng, S., & Liao, W. (2018). A review of the use of pteridophytes for treating human ailments. *Journal of Zhejiang University-Science B*, 19(2), 85–119.
- Della, A. P., & Falkenberg, D. de B. (2019). Pteridophytes as ecological indicators: An overview. *Hoehnea*, 46, e522018.
- Diliarosta, S., Ramadhani, R., & Indriani, D. (2020). Diversity of Pteridophyta in Lubuak Mato Kuciang Padang Panjang, Sumatera Barat. *Pharmacognosy Journal*, 12(1).
- Dong, X., Wang, H., Gu, J., Wang, Y., & Wang, Z. (2015). Root morphology, histology and chemistry of nine fern species (pteridophyta) in a temperate forest. *Plant and Soil*, 393, 215–227.
- KLEKOWSKI JR, E. J. (1969). Reproductive biology of the Pteridophyta. II. Theoretical considerations. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 62(3), 347–359.
- Klekowski Jr, E. J., & Baker, H. G. (1966). Evolutionary significance of polyploidy in the Pteridophyta. *Science*, 153(3733), 305–307.

- Li, X., Fang, Y., Yang, J., Bai, S., & Rao, G. (2013). Overview of the morphology, anatomy, and ontogeny of *Adiantum capillus-veneris*: An experimental system to study the development of ferns. *Journal of Systematics and Evolution*, 51(5), 499–510.
- Manton, I. (1950). Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta. *Problems of Cytology and Evolution in the Pteridophyta*.
- Morajkar, S., Suneetha, C., Harish Kumar, T., & Hegde, S. (2022). Molecular markers in Pteridophytes. In *Ferns: Biotechnology, Propagation, Medicinal Uses and Environmental Regulation* (pp. 99–134). Springer.
- Ojha, R., & Devkota, H. P. (2021). Edible and medicinal pteridophytes of Nepal: A review. *Ethnobot Res Appl*, 22(16), 1–16.
- Palacios-Rios, M., Prada, C., Gabriel Y Galán, J. M., & Noa, J. (2017). Spore types in Mexican and Mesoamerican species of *Pteris* L.(Pteridaceae). *Grana*, 56(4), 241–256.
- Pan, C., Chen, Y., Ma, X., Jiang, J., He, F., & Zhang, Y. (2011). Phytochemical constituents and pharmacological activities of plants from the genus *Adiantum*: A review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 10(5), 681–692.
- Pryor, K., Young, J. E., Rumsey, F., Edwards, K., Bruford, M. W., & Rogers, H. (2001). Diversity, genetic structure and evidence of outcrossing in British populations of the rock fern *Adiantum capillus-veneris* using microsatellites. *Molecular Ecology*, 10(8), 1881–1894.
- Reddy, S. (2001). *University botany I:(algae, fungi, bryophyta and pteridophyta)* (Vol. 1). New Age International.

- Santos, M. G., Kelecom, A., Paiva, S., Moraes, M., Rocha, L., & Garrett, R. (2010). Phytochemical studies in pteridophytes growing in Brazil: A review. *Am J Plant Sci Biotechnol*, 4(1), 113–125.
- Sundue, M. (2009). Silica bodies and their systematic implications in Pteridaceae (Pteridophyta). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(4), 422–435.
- Wang, F.-H., Lu, J.-M., Wen, J., Ebihara, A., & Li, D.-Z. (2016). Applying DNA barcodes to identify closely related species of ferns: A case study of the Chinese Adiantum (Pteridaceae). *PLoS One*, 11(9), e0160611.
- Yamauchi, D., Sutoh, K., Kanegae, H., Horiguchi, T., Matsuoka, K., Fukuda, H., & Wada, M. (2005). Analysis of expressed sequence tags in prothallia of *Adiantum capillus-veneris*. *Journal of Plant Research*, 118, 223–227.
- Yang, B., Mengoni, A., Huang, Y.-L., He, X.-L., Li, J.-T., Liao, B., Zhou, M., & Shu, W.-S. (2013). Exploring the pattern of phenotypic and genetic polymorphism in the arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata* L.(Chinese brake fern). *Plant and Soil*, 373, 471–483.