

## مقاله پژوهشی

## شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20080891.1400.15.3.7.6

## گسترش سرخس عقابی و پاسخ آن به خصوصیات خاک در مرتع بیلاقی بنده بابل، استان مازندران

رحمان ادبی فیروزجایی<sup>۱</sup>، جمشید قربانی<sup>۲\*</sup> و سیدحسن زالی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۷ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۲/۱۹

## چکیده

سرخس عقابی (*Pteridium aquilinum*) در قاره‌های مختلف جهان و نیز در ایران در ناحیه رویشی هیرکانی پراکنش دارد. گسترش این گیاه مشکلاتی را در مدیریت جنگل، مرتع و اراضی کشاورزی ایجاد می‌کند. با توجه به نفوذ این گیاه به مرتع بیلاقی در بنده بابل در استان مازندران، این تحقیق به وضعیت گسترش این گیاه و دامنه تحمل آن به خصوصیات خاک پرداخته است. اندازه‌گیری درصد تاج پوشش، تراکم، ارتفاع و زی توده سرخس عقابی و نمونه‌گیری خاک در چهار تیپ گیاهی منطقه شامل جنگل راش، دو تیپ مرتع مشجر و علفزار انجام شد. نتایج نشان داد که سرخس عقابی توانسته در منطقه میانگین تاج پوشش بین ۵۰ تا ۷۵ درصد، میانگین تراکم ۱۲ تا ۳۷ پایه در مترمربع، و میانگین ارتفاع ۵۰ تا ۹۰ سانتی متر را ایجاد نماید. این گیاه در یک فصل رویش توانایی تولید ۴ تا ۷ تن زی توده هوایی در هکتار را داشته است. به جز ارتفاع اندام هوایی سایر خصوصیات گیاه به طور معنی‌داری در توده‌های این گیاه در علفزار بیشتر از مرتع مشجر و جنگل بوده است. خاک مناطق تحت هجوم سرخس عقابی نسبت به مرتع منطقه که هنوز گیاه در آنها گسترش نیافته به طور معنی‌داری دارای ماده آلی، ازت و هدایت الکتریکی بیشتر اما اسیدیته کمتر بودند. سرخس عقابی در شرایط اسیدی و مرطوب خاک دارای بهینه بوده است. در مدیریت مرتع منطقه باید به کنترل این گیاه اقدام نمود تا گسترش آن موجب بلاستفاده ماندن سطح وسیعی از مرتع منطقه نگردد.

واژه‌های کلیدی: سرخس عقابی، منحنی پاسخ، تهاجم‌پذیری، هجوم زیستی.

<sup>۱</sup>- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.<sup>۲</sup>- دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

\* نویسنده مسئول: j.ghorbani@sanru.ac.ir

<sup>۳</sup>- استادیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

گهان حضور دارد (۲۲). از نظر رده‌بندی، این جنس دارای مجموعه مختلفی از گونه‌ها، واریته‌ها و مورفوتیپ‌های حد وسط است و ساختمان سیستماتیک آن همچنان بحث برانگیز است (۲۲). جنس *Pteridium* دارای پنج گونه است. گونه *P. aquilinum* دارای ۱۱ زیرگونه است (۱۱، ۳۳ و ۳۴) که در ایران تنها گونه *P. aquilinum var. aquilinum* وجود دارد (۲۰). رویشگاه اصلی گونه‌های این جنس در جوامع جنگلی است (۳۷)، اما آتش‌سوزی‌ها، جنگل‌زدایی و فعالیت‌های کشاورزی باعث گسترش دامنه آن به خارج از اکوسیستم‌های جنگلی می‌شود (۲۹). هاگ‌ها احتمالاً فقط برای ایجاد کلنی در رویشگاه‌های جدید اهمیت دارند (۶). تجدید حیات گیاه بوسیله هاگ‌ها به رطوبت ثابت و نبود یخ‌بندان بستگی دارد که امکان دستیابی به این شرایط در خارج از اراضی جنگلی کمتر است از این رو بیان شده که ضرورتا اسپور عامل اصلی انتشار و گسترش این گونه نیست (۵). این گونه عمده‌تا در خاک‌های اسیدی رویش دارد و می‌تواند در خاک‌های با بافت متفاوت حضور داشته باشد (۲۲). مکانیسم اصلی در گسترش آن توسعه رویشی توسط ریزوم‌ها است. زی‌توده زیرزمینی سرخس عقابی بسیار بیشتر از زی‌توده روی زمینی آن است که چنین توانایی زیادی در ذخیره کربوهیدرات‌ها همراه با اندوخته زیاد از جوانه‌های موجود روی ریزوم‌های آن مسئول اصلی دوام و گسترش این گونه است (۳۹).

سرخس عقابی گستردۀ ترین گونه در بین سرخس‌های ایران است و در مناطق شمالی و شمال غرب ایران از ارسباران تا کردکوی، از ارتفاع پست تا حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریا انتشار دارد. در اراضی تخریب شده، حاشیه جنگل‌ها و نواحی جنگل‌زدایی شده حضور دارد (۲۰). هر چند هنوز در خصوص اثرات گسترش این گونه در ایران مطالعه‌ای صورت نگرفته اما تحقیقات در کشور انگلستان نشان داده که کنترل این گونه می‌تواند منجر به افزایش تولید علوفه، ایجاد پوشش حفاظتی بهتر و نیز بهبود سلامت حیوانات چراکننده شود (۲۲، ۲۶ و ۲۷). در مراتع بیلاقی بندپی بابل در استان مازندران این گونه توانسته تشکیل توده‌های متراکم و در سطح وسیعی را دهد که استفاده از مراتع منطقه توسط بهره‌برداران را با مشکل

## مقدمه

فعالیت‌های انسانی باعث بروز تغییرات گستردۀ در طبیعت شده که یکی از پیامدهای آن فراهم شدن شرایط برای هجوم گیاهان مهاجم به اکوسیستم‌های طبیعی است (۳۵). گیاه مهاجم گیاهی است که به یک منطقه وارد شده، به شکل تهاجمی تکثیر یافته و جایگزین برخی گونه‌های بومی در جامعه گیاهی می‌شود و استفاده‌ فعلی از اراضی را با مشکل مواجه می‌سازد (۲۸). گسترش گیاهان مهاجم به اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه طبیعی دارای اثرات گوناگونی بر فون و فلور بومی در مقیاس‌های مختلف است. این اثرات را می‌توان به دو گروه اثرات مستقیم و غیرمستقیم تقسیم کرد (۲۸). اثرات مستقیم شامل رقابت برای مکان، مواد غذایی، آب و نور است که منجر به افزایش جمعیت آنها و جایگزین شدن آنها به جای جمعیت گونه‌های بومی می‌شود و از استقرار گونه‌های بومی نیز جلوگیری می‌کنند. از نظر بومشناختی این اثرات ناشی از رقابت بین گیاهان مهاجم و گیاهان بومی مجاور آنها است که گیاهان مهاجم توانایی رقابتی بالاتری دارند. اثرات غیرمستقیم شامل دگرگونی در روابط آب و خاک، چرخه مواد غذایی، شرایط نور، رژیم آشفتگی و تحت تاثیر قرار دادن زیستگاه‌های حیات وحش است (۱۴ و ۳۵). معمولاً گونه‌های گیاهی مهاجم اغلب باعث افزایش زی‌توده و تولید خالص اولیه، افزایش دسترسی نیتروژن، تغییر و دگرگونی نرخ تثبیت نیتروژن و تولید لاشبرگ با سرعت تجزیه بیشتر از گونه‌های بومی می‌شوند (۳۶). البته الگوهای متصاد نیز وجود دارند و در برخی دیگر از مولفه‌های چرخه غذایی (مانند مقدار کربن و نیتروژن خاک) الگوی متفاوتی بین گیاهان مهاجم و گیاهان بومی مشاهده نمی‌شود. در برخی موارد یک گونه معین در رویشگاه‌های متفاوت اثرات متفاوتی دارد که نشان می‌دهد ترکیب جامعه مورد هجوم و یا عوامل محیطی مانند نوع خاک ممکن است تعیین کننده جهت و بزرگی اثرات در سطح اکوسیستم باشدند (۱۲).

جنس سرخس (*Pteridium*) از تیره Dennstaedtiaceae/Hypolepidaceae است که قدمت این تیره به دوره تریاکس در حدود ۲۰۰ میلیون سال قبل بر می‌گردد. فسیل‌های به دست آمده از این جنس نیز متعلق به ۵۵ میلیون سال قبل است (۲۹). سرخس عقابی

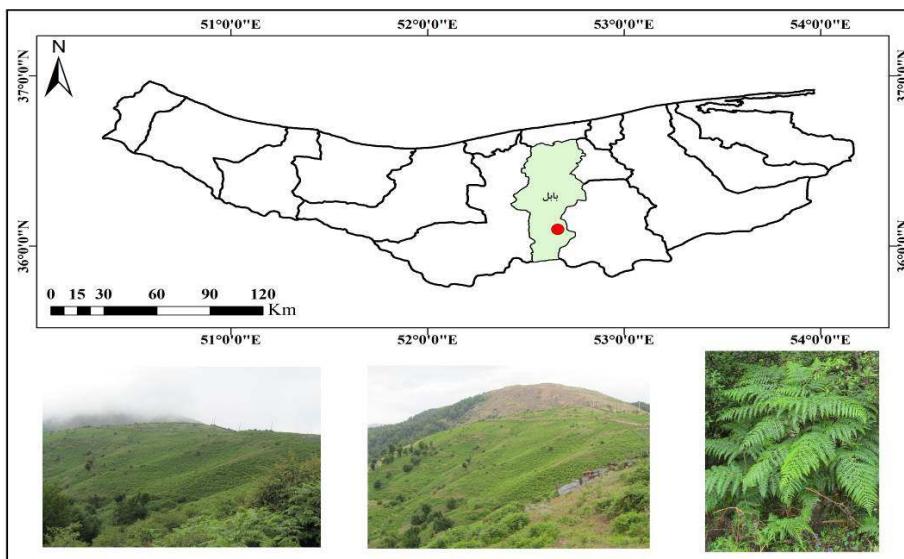
۵۲° تا ۴۱°۴۰' شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۵۷'۵۲" تا "۳۶'۸۸" شمالی در جنوب شهرستان بابل در استان مازندران قرار دارند (شکل ۱). این مرتع در حد فوچانی جنگلهای راش قرار دارد. هجوم سرخس عقابی در مرتع مشجر و علفزار منطقه کاملاً مشهود است و باعث بروز مشکلات جدی برای دامداران جهت بهره برداری از مرتع منطقه شده است. ارتفاع منطقه از ۱۲۰۰ تا ۲۵۵۰ متر از سطح دریا تغییر می‌کند. داده‌های ۱۰ ساله ایستگاه هواشناسی آلاشت سوادکوه حاکی از میانگین بارندگی سالیانه ۵۳۶/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۰/۹ درجه سانتی‌گراد بوده است. ضریب آبروزه نشان‌دهنده اقلیم مرطوب سرد است.

مواجهه کرده است. حضور این گیاه در منطقه موجب تغییر در ترکیب گیاهی و کاهش گندمیان مرغوب و کاهش تنوع گیاهی شده است (۱). برای مدیریت و کنترل گیاه در مرتع منطقه آگاهی از خصوصیات کمی رشد گیاه و پاسخ آن به عوامل محیطی به خصوص خاک دارای اهمیت است. بدین منظور در این تحقیق وضعیت رشد سرخس عقابی در تیپ‌های مختلف گیاهی منطقه اندازه‌گیری شد و با مطالعه خصوصیات خاک در این تیپ‌های گیاهی پاسخ گیاه به ویژگی‌های خاک تعیین شد.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بررسی شامل بیلاقات بائوسرا، بزا و کلابی است که در محدوده طول‌های جغرافیایی "۳۹°۴۳'" و



شکل ۱: موقعیت مرتع بیلاقی بندپی بابل در استان مازندران و تصاویربری از سرخس عقابی و گسترش آن در منطقه

هوایی گیاه شد. یک رویشگاه مرتعی نیز که مورد هجوم نبود (مرتع کلابی) در نزدیک منطقه مورد هجوم به عنوان شاهد برگزیده شد. نمونه برداری در جنگل راش به علت همگن بودن به صورت تصادفی ولی در عرصه‌های دیگر به واسطه ناهمگنی از نظر توپوگرافی به صورت تصادفی-منظمه امتداد ترانسکت صورت گرفت. قطعه اندام هوایی گیاه در تعدادی از پلات‌ها انجام شد که در ۱۸ پلات از ۴۰ پلات

### جمع آوری میدانی داده‌ها

مطالعه در چهار تیپ گیاهی مورد هجوم سرخس عقابی (راشستان، تیپ ولیک-زرشک، تیپ ولیک و علفزار مورد هجوم) در سال ۱۳۹۴ انجام شد. در هر منطقه در پلات‌های یک متر مربعی (۲۲ و ۳۷) درصد پوشش سرخس عقابی، تراکم و میانگین ارتفاع هر پایه ثبت شد. با قطعه اندام هوایی و پس از خشک کردن اقدام به توزین زی توده اندام

محیطی تفسیر گردد. مقدار حداکثر، وفور برآذش یافته گونه که معادل با برآورد بهینه است را نشان می دهد (۲۱).

### نتایج

#### خصوصیات رشد گونه سرخس عقابی

تجزیه واریانس یک طرفه برای خصوصیات اندازه گیری شده مربوط به سرخس عقابی نشان داد که به جز زی توده روی زمینی این گیاه  $F=2/6$ ,  $p=0/06$ ,  $F=6/8$ ,  $p<0/001$ ,  $F=31/11$ ,  $p<0/001$ ,  $F=40/8$ ,  $p<0/001$ ,  $F=50/49$  معنی دار شدند. از نظر زی توده روی زمینی سرخس عقابی، بیشترین مقدار آن متعلق به علفزار مورد هجوم (۷۴۷/۱ گرم بر متر مربع) و بعد از آن به ترتیب متعلق به تیپ ولیک (۶۷۳/۹ گرم بر متر مربع)، جنگل راش (۴۳۳ گرم بر متر مربع) و تیپ ولیک-زرشک (۴۳۳ گرم بر متر مربع) بود. میانگین پوشش تاجی سرخس در علفزار مورد هجوم (۷۵/۶ درصد) به طور معنی داری از رویشگاه های دیگر بیشتر است ولی با راشستان (۶۰/۲ درصد) اختلاف معنی داری ندارد (شکل ۲). از نظر تراکم گیاه علفزار مورد هجوم (۳۷ پایه بر متر مربع) با اختلاف معنی دار بیشترین تراکم را داشت و در تیپ ولیک (۱۱/۸ پایه در متر مربع) کمترین تراکم ثبت شد. بین جنگل راش و تیپ ولیک-زرشک اختلاف معنی دار نبود ولی در تیپ ولیک-زرشک به طور معنی داری تراکم سرخس عقابی بیشتر از تراکم آن در تیپ ولیک بود (شکل ۲). حداکثر تراکم ثبت شده برای علفزار مورد هجوم (۷۵ پایه) بود (جدول ۱). ارتفاع متوسط گیاه بین تمام رویشگاه ها اختلاف معنی داری داشت. همان طور که انتظار می رفت متوسط ارتفاع گیاه در جنگل راش (۹۲/۹ سانتی متر) به طور معنی داری از رویشگاه های دیگر بیشتر بود و بعد از آن به ترتیب تیپ ولیک (۷۵/۹ سانتی متر)، علفزار مورد هجوم (۶۲/۶ سانتی متر) و تیپ ولیک-زرشک (۴۹/۴ سانتی متر) قرار دارند و بین تمام آنها تفاوت معنی دار است (شکل ۲). بلندترین ارتفاع اندام هوایی سرخس عقابی در راشستان ثبت شد (جدول ۱).

راشستان، ۱۰ پلات از ۲۵ پلات تیپ ولیک-زرشک، ۸ پلات از ۱۲ پلات تیپ ولیک و ۳۴ پلات از ۷۰ پلات علفزار مورد هجوم بوده است. نمونه برداری خاک در ۷۶ پلات و از عمق متداول توسعه ریشه گیاهان (۲۰ سانتی متر) انجام و سپس تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه های خاک در هوای آزاد خشک گردید و پس از کوبیده شدن در هاون، به منظور جداسازی قطعات گیاهان و سنگرهای خصوصیات خاک شامل بافت، رطوبت، چگالی ظاهری، واکنش خاک (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، کربن آلی، ماده آلی، آهک، ازت، فسفر و پتابسیم اندازه گیری شدند. از آنجایی که مقادیر اندازه گیری شده آهک بسیار ناچیز بود (نزدیک به صفر)، در بررسی ها از آن صرف نظر شد.

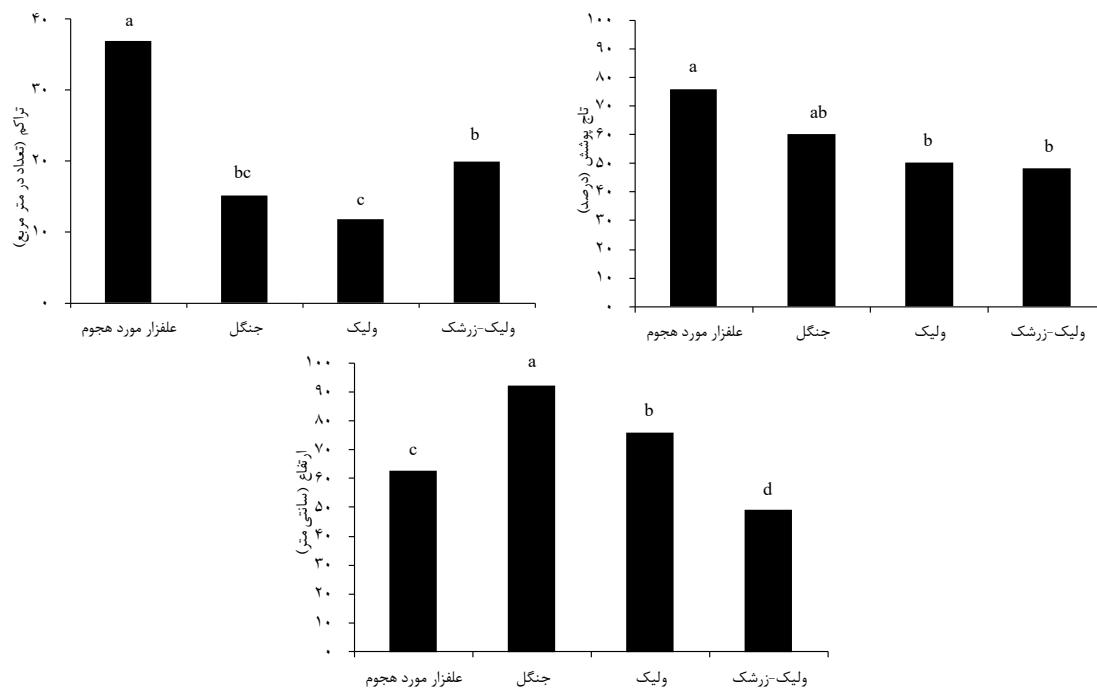
#### تجزیه و تحلیل داده ها

برای نرمال سازی داده های پوشش گیاهی و خاک که به صورت درصد بودند از تبدیل سینوس معکوس یعنی  $ASIN(SQRT(x/100))$  استفاده شد. برای نرمال سازی داده های تراکم سرخس عقابی از تبدیل جذر استفاده شد. سپس به منظور مقایسه خصوصیات خاک در بین رویشگاه ها و مقایسه خصوصیات سرخس عقابی از آنالیز واریانس یک طرفه و در صورت معنی داری از آزمون دانکن جهت مقایسه میانگین ها استفاده شد. آنالیز ها در نسخه ۱۸ نرم افزار SPSS انجام شدند. برای بررسی دامنه تحمل سرخس عقابی به خصوصیات خاک از منحنی پاسخ تک نمایی (مدل لوジت گوسن) استفاده شد که به وسیله نرم افزار Past محاسبه و ترسیم شد. از داده های تراکم سرخس عقابی به عنوان داده درآورده و مدل را برای مقدار حداکثر وفور برآذش می دهد. در این منحنی ها مقادیر بهینه مقدار گرادیان محیطی که پوشش سرخس عقابی در آن به حداکثر می رسد را نشان می دهد. پارامتر تحمل در این آنالیز مقدار انحراف معیار را نشان می دهد که همان پهنای منحنی برآذش یافته است و می تواند به عنوان پهنای آشیان گونه با توجه به گرادیان

<sup>۱</sup>- Abundance

جدول ۱: دامنه برخی ویژگی‌های سرخس عقابی در مرتع بیلاقی بندپی بابل، استان مازندران

علفzar مورد هجوم	ولیک	جنگل	ولیک-زرشک	جنگل راش	
۱۵	۱۴	۱۰	۲۲	حداقل	تاج پوشش (درصد)
۱۰۰	۱۰۰	۹۵	۱۰۰	حداکثر	تراکم (تعداد در یک متر مربع)
۴	۱	۲	۴	حداقل	ارتفاع (سانتی متر)
۷۵	۳۳	۳۸	۳۲	حداکثر	بلندترین پایه
۳۵	۵۲	۳۰	۵۰	متوسط حداقل	زی توده روی زمینی (گرم در متر مربع)
۱۰۵	۱۱۰	۷۰	۱۳۵	متوسط حداکثر	
۱۴۵	۱۴۵	۸۵	۱۵۳		
۱۱۴/۲	۱۲۳/۹	۲۲۷/۷	۱۷۰/۸	حداقل	
۱۶۳۱/۶	۲۰۵۵	۷۷۱/۲	۱۲۱۷/۷	حداکثر	



شکل ۲: میانگین تاج پوشش، تراکم و ارتفاع سرخس عقابی در چهار تیپ گیاهی در مرتع بیلاقی بندپی بابل، استان مازندران

ولی با سایر رویشگاهها تفاوت معنی دار بود. مرتع شاهد کمترین میزان هدایت الکتریکی را داشت (جدول ۲). درصد رطوبت خاک به طور معنی داری در توده‌های سرخس عقابی بیشتر از خارج توده بوده است (جدول ۲). از نظر بافت خاک تنها اثر معنی دار برای میزان رس مشاهده شد. خاک در جنگل راش بیشترین درصد رس را داشته و بعد از آن تیپ ولیک و علفزار مورد هجوم قرار دارند. البته بین این سه تفاوت معنی داری وجود ندارد. تیپ ولیک-زرشک با اختلاف معنی دار با دیگر رویشگاهها کمترین میزان رس را دارا بود (جدول ۲). میزان ماده آلی در مرتع شاهد به طور معنی داری کمتر از عرصه‌های مورد هجوم سرخس عقابی بود. درصد

#### خصوصیات خاک در توده‌های سرخس عقابی

از نظر وزن مخصوص ظاهری خاک بین رویشگاهها تفاوت معنی دار وجود ندارد (جدول ۲). بافت خاک در تمام رویشگاهها لوم شنی است که جزو خاک‌های بافت سبک محسوب می‌شوند. وزن مخصوص ظاهری بین ۱/۸ تا ۱/۸ گرم بر سانتی متر مکعب است. اسیدیتۀ خاک در مرتع شاهد به طور معنی داری از عرصه‌های مورد هجوم سرخس عقابی بیشتر بود و متوسط اسیدیتۀ در رویشگاه‌های مورد هجوم بین ۵ تا ۵/۵ بود که از این نظر جزو خاک‌های اسیدی هستند. تیپ ولیک-زرشک بیشترین میزان هدایت الکتریکی را داشت که با تیپ ولیک تفاوت معنی دار نداشت

به طور معنی‌دار کمتر از عرصه‌های تحت هجوم سرخس عقابی بود. نیتروژن خاک در تیپ‌های ولیک-زرشک، ولیک و علفزار مورد هجوم سرخس تفاوت معنی‌دار نداشت و در مراتع شاهد

جدول ۲: میانگین خصوصیات خاک در مناطق مورد هجوم سرخس عقابی و خارج آن در مراتع بیلاقی بابل، استان مازندران

خصوصیات خاک	مرتع شاهد	علفزار مورد هجوم	ولیک	ولیک-زرشک	جنگل راش	F مقدار
وزن مخصوص ظاهری	۱/۷	۱/۵	۱/۲۷	۱/۳۹	۱/۵۵	۲/۵۹ <sup>ns</sup>
رطوبت (درصد)	۰۶/۲۶	۰۷/۴۷	۰۸/۸۸	۰۹/۴۸	۰۵/۴۴	۴۱/۰۶***
رس (درصد)	۰۴/۵	۰۶/۵	۰۷/۹	۰۴/۳	۰۸/۶	۴/۸۴**
سیلت (درصد)	۲۸/۳	۳۰/۱	۳۲/۸	۲۷/۹	۲۹/۱	۱/۱۳ ns
شن (درصد)	۶۶/۷	۶۲/۹	۵۹/۱	۶۷/۵	۶۱/۸	۱/۸۴ ns
اسیدیته	۰۶/۰۶	۰۵/۱۷	۰۵/۵۳	۰۵/۰۱	۰۵/۳۹	۰۵/۷۵***
هدایت الکتریکی	۰/۳۴	۰/۸۳	۰/۹۳	۰/۱۰	۰/۷۵	۱۰/۴۴***
ماده آلی (درصد)	۰۶/۵۸	۰۱/۰۹	۰۱/۰۶	۱۱/۲۱	۲۸/۲۸	۰/۹۳***
ازت (درصد)	۰/۰۰۷	۰/۳۸۳	۰/۴۲۴	۰/۵۳۶	۰/۲۴۵	۰/۸۹***
فسفر (بی بی ام)	۱/۷۱	۷/۸۵	۵/۳۲	۶/۵۱	۷/۶۶	۲/۰۹ ns
پتانسیم (بی بی ام)	۱۸/۷۴۲	۹۴/۱۳	۴۱۴/۰۶	۲۲۶/۸۴	۲۸۷/۲۷	۱/۷۸ ns

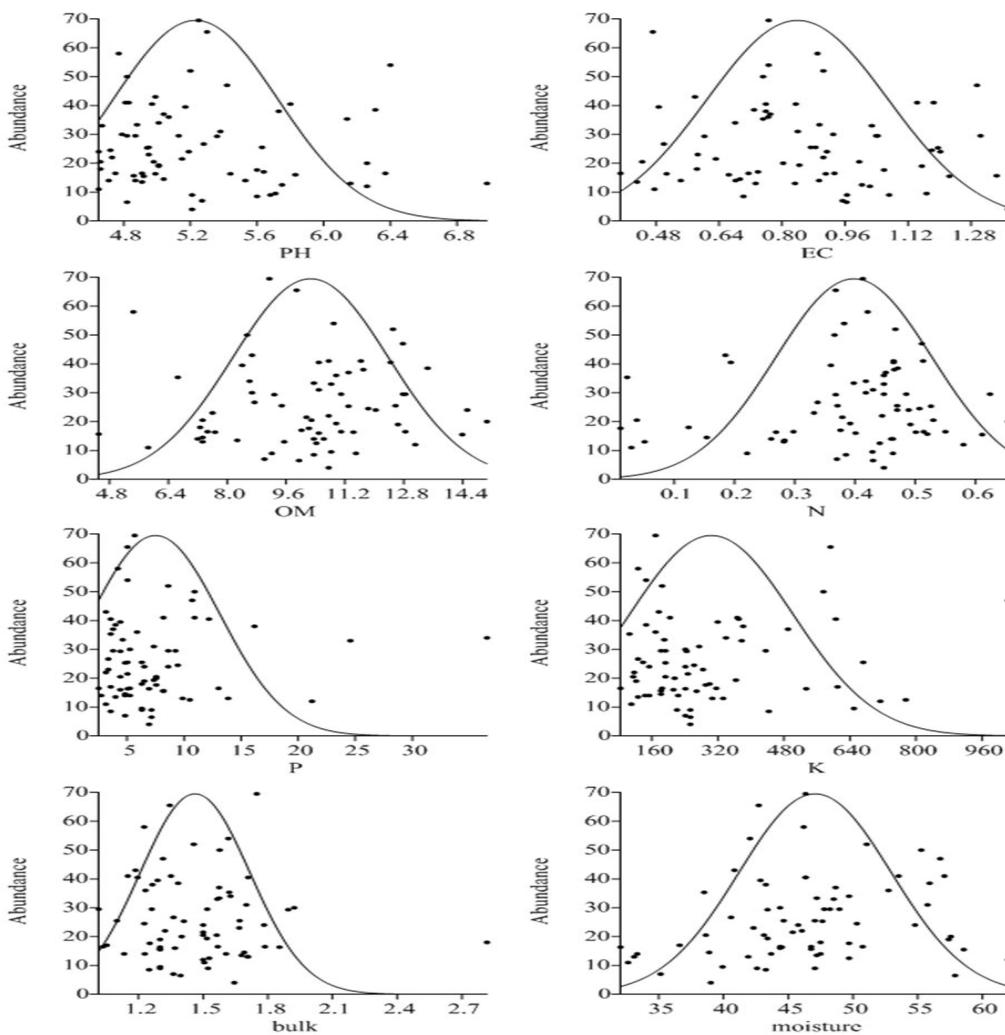
معنی‌داری با \*\* ( $p < 0.01$ ), \*\*\* ( $p < 0.001$ ), ns (عدم معنی‌داری) و مقایسه میانگین‌ها با حروف مشخص شده است.

متقارن‌تر بوده در حالی که پاسخ برای سایر خصوصیات خاک دارای چولگی بوده است (جدول ۳ و شکل ۳). گیاه در شرایط اسیدی و رطوبت بالای خاک دارای بهینه بوده است.

منحنی پاسخ سرخس عقابی به خصوصیات خاک منحنی تک نمایی (مدل گوسن) برای ارزیابی پاسخ تراکم سرخس عقابی گونه سرخس عقابی به برخی خصوصیات خاک نشان داد که پاسخ گیاه به خصوصیاتی نظیر هدایت الکتریکی، ماده آلی، ازت و رطوبت خاک

جدول ۳: پارامترهای منحنی پاسخ سرخس عقابی

چگالی ظاهری	رطوبت	پتانسیم	فسفر	ازت	ماده آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته
۱/۴۶	۴۷/۰۷	۳۰۲/۷۸	۷/۱۵	۰/۳۹	۱۰/۲۶	۰/۸۴	۰/۲۳
۱/۴۶±۰/۲۵	۴۷/۰۷±۵/۸۹	۳۰۳/۷۸±۱۹۸/۲	۷/۱۵±۵/۶۴	۰/۳۹±۰/۱۳	۱۰/۲۶±۲/۱۱	۰/۸۴±۰/۱۳	۰/۲۳±۰/۴۹
۶۹/۵	۶۹/۵	۶۹/۵	۶۹/۵	۶۹/۵	۶۹/۵	۶۹/۵	۶۹/۵



شکل ۳: منحنی پاسخ سرخس عقابی به برخی خصوصیات خاک در مرتع ییلاقی بندپی بابل، استان مازندران

تا ۷/۴ تن در هکتار در علفزار مورد هجوم متغیر بود. تراکم گیاه و زی توده خشک روی زمینی در علفزار مورد هجوم افزایش یافت ولی در مقابل همان طور که انتظار می رفت میانگین ارتفاع گیاه در عرصه جنگلی بیشترین مقدار را داشت. عمق خاک، باد و آب در دسترس ارتفاع سرخس عقابی را تحت تاثیر قرار می دهند اما مهمترین عامل عمق نفوذ ریزومها است (۲۲). در بررسی حاضر رویشگاههای مورد هجوم سرخس عقابی دارای زی توده روی زمینی به مرتب بیشتر از رویشگاه شاهد بودند که با مطالعات دیگر در زمینه گیاهان مهاجم تطابق دارد. تراکم جوانه روی ریزوم این گیاه بیش از ۵۰۰ عدد در متر مربع گزارش شده و مجموع زی توده ریزومی لایه های فوقانی خاک بین ۱ تا ۵

### بحث و نتیجه گیری

#### وضعیت هجوم سرخس عقابی

سرخس عقابی در رویشگاههای مختلف می تواند از نظر تراکم، ارتفاع اندام هوایی و زی توده متفاوت باشد. روابط بین این سه عامل پیچیده است، به طوری که رویشگاهی که از نظر یک عامل امتیاز بیشتری دارد ممکن است از نظر عوامل دیگر دارای امتیاز کمتر باشد. بیان شده تراکم گیاه تا ۸۰ پایه بر متر مربع می رسد و زی توده اندام هوایی نیز از ۳ گرم بر متر مربع در توده های بسیار تنک تا ۱۴۰ گرم بر متر مربع (۱۴ تن در هکتار) در توده های متراکم تغییر می کند (۲۲). در تحقیق حاضر میانگین زی توده خشک روی زمینی سرخس عقابی بین ۴/۳ تن در هکتار در تیپ ولیک-زرشک

ظاهری خاک می‌شوند که باعث تسهیل نفوذ آب و ریشه گیاهان می‌شود (۹ و ۳۸).

زیاد بودن میزان ازت کل در عرصه‌های مورد هجوم سرخس عقابی می‌تواند در ارتباط با مقدار مواد آلی غنی از ازت باشد که به دلیل لاشه‌ریزی به خاک این عرصه‌ها اضافه می‌شود. نتیجه تجزیه شیمیایی برگ سرخس عقابی نشان داد که دارای  $39/4$  درصد کربن آلی،  $2/3$  درصد نیتروژن و نسبت  $N/C = 17$  است. همچنین ترکیبات اولیه لاشبرگ سرخس شامل  $46/3$  درصد کربن،  $0/88$  درصد نیتروژن، نسبت  $C/N = 53:1$  و  $0/066$  درصد فسفر می‌باشد (۲۵). طبق بررسی‌های اندرسون و هترینگتون (۱۹۹۹)، لاشبرگ خشک سرخس دارای  $49/0.5$  درصد کربن آلی،  $1/32$  درصد نیتروژن،  $0/35$  درصد پتاسیم، نسبت  $0/068$  درصد فسفر می‌باشد (۴). مواد آلی که منجر به افزایش محتوای مواد مغذی خاک شده، از جمیعت میکروارگانیسم‌های غنی کننده نیتروژن خاک حمایت کرده و در نتیجه، سبب افزایش مقدار این مشخصه در خاک رویشگاه‌های مورد هجوم سرخس می‌شود. البته تصویر واضحی از پویایی نیتروژن در محیط ریزوسفر سرخس عقابی وجود ندارد. در برخی مطالعات بیان شده است که سرخس عقابی ممکن است باعث تحریک چرخه ازت و تجمع نیتروژن قابل معدنی شدن و  $\text{NH}_4^+$  در ناحیه ریشه و عمق خاک در مقایسه با بوتهزارها شود (۲۳). سولسبای و رینولدز (۱۹۹۴) همانند تحقیق حاضر به میزان بیشتر ازت در خاک تحت پوشش سرخس عقابی در شمال کشور ولز اشاره داشتند (۳۲). در مقابل مطالعات دیگر کاهش آلی و به ویژه کاهش میزان  $\text{NO}_3^-$  را در خاک‌های مورد هجوم سرخس عقابی نشان دادند (۱۵) و (۳۱). کاهش میزان  $\text{NO}_3^-$  می‌تواند به دلیل جذب سریع آن در طی فصل رشد باشد اگرچه از نظر  $\text{NH}_4^+$  یافته‌های اسمارت و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد میزان نیتریفیکاسیون در خاک توده‌های سرخس در مقایسه با خاک تحت پوشش گندمیان کاهش یافت (۳۱). در تحقیق حاضر فسفر و پتاسیم در بین رویشگاه‌های مورد بررسی تفاوت معنی دار نداشتند لیکن در هر دو مورد مرتع شاهد که مورد هجوم سرخس نبود کمترین مقدار را داشت که یکی از دلایل این موضوع می‌تواند وجود ماده آلی کمتر در این مناطق باشد.

کیلوگرم ماده خشک بر متر مربع است (۲۲) که توسعه سریع این توده عظیم از ریزوم‌ها در حاشیه لکه‌های در حال گسترش سرخس عقابی (۳۹) می‌تواند عامل اصلی پیشروی این گونه اکوسیستم‌های مجاور اراضی جنگلی باشد.

زمانی که این گونه پوشش زیادی دارد، بسته به طول عمر و توان زیستی که دارد می‌تواند مسیر و پویایی توالی گیاهی را برای سال‌های طولانی دچار تاخیر کند (۱۰ و ۱۳). در شرایط مناسب متوسط ارتفاع گیاه در عرصه‌های باز کمتر از  $1/5$  متر است (۲۲). سرخس عقابی پوشش قابل توجهی در عرصه جنگل راش داشت که شاید به این دلیل باشد که سرخس‌هایی که در شرایط روشناهی رشد می‌کنند اندام مقایسه با آنها یکی که در شرایط روشناهی رشد می‌کنند اندام هوازی کمتری ایجاد کرده، باریکتر بوده و سطح بیشتری را اشغال می‌کنند (۷). از طرف دیگر سرخس عقابی حتی در نور کم هم به خوبی به رشد خود ادامه می‌دهد و حاکی از تاثیر ضعیف نور بر پوشش آن است، از این رو یک رقبه جدی برای نور است و این گونه را قادر می‌سازد تا در سایه زیرآشکوب جنگلی رشد یابد. همچنین در شرایط سایه در حالی که سطح برگ ثابت باقی می‌ماند، وزن برگ در واحد سطح در سرخس عقابی به طور مشخص کاهش می‌یابد که این عامل می‌تواند کم بودن متوسط وزن اندام هوازی را در رویشگاه جنگلی توجیه کند (۱۳).

#### خصوصیات خاک در توده‌های سرخس عقابی

خاک از متغیرهای محیطی است که نقش مهمی در تعیین آشیان اکولوژیکی بالقوه و توزیع جغرافیایی گونه‌ها بر اساس نیاز آن‌ها ایفا می‌کند (۱۹). بالا بودن میزان رطوبت در رویشگاه‌های مورد هجوم سرخس عقابی در مقایسه با مرتع شاهد که مورد هجوم نیست می‌توان به زیاد بودن مواد آلی در خاک رویشگاه‌های مورد هجوم سرخس دانست که از طریق کاهش تبخیر و تعرق از سطح خاک و افزایش میزان نفوذ آب در خاک باعث نگهداشت مقدار قابل توجهی رطوبت در خاک می‌گردد. اگرچه چگالی ظاهری خاک بین رویشگاه‌ها تفاوت معنی دار نداشت ولی در مرتع شاهد بیشتر از عرصه‌های مورد هجوم بود. حفرات ناشی از فعالیت ریشه‌ها و ریزوم‌ها و انباست لاشبرگ باعث کاهش چگالی

می‌یابد، می‌تواند اسیدیته خاک را کاهش دهد (۱۸). بنابراین کاهش اسیدیته خاک رویشگاه‌های مورد هجوم سرخس نسبت به مرتع شاهد می‌تواند مربوط به زی توده بالای ریشه‌ای و انباست ماده آلی زیاد و متabolیسم میکروارگانیسم‌های بسیار فعال در ریزوسفر باشد. خاک‌های شنی با درصد رس نسبتاً کم به دلیل داشتن کاتیون‌های قلیایی کمتر و قابلیت آبشویی بیشتر، میزان اسیدی شدن آنها بیشتر است. در تمام رویشگاه‌ها متوسط EC کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر بود و از این نظر جزو خاک‌های غیرشور هستند.

از نظر کربن آلی و ماده آلی خاک بین رویشگاه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. از نظر درصد ماده آلی خاک نیز رویشگاه‌های مورد هجوم بسیار به هم نزدیک هستند. در تمام آنها میانگین ماده آلی بیش از ۸ درصد بود و از این رو جزو خاک‌های خیلی زیاد هوموسی طبقه بنده می‌شوند. دامنه آشیان اکولوژیک سرخس عقابی در منطقه از نظر ماده آلی بین ۸/۱ تا ۱۲/۳ بود. ماده آلی خاک یک منبع مهم از عناصر غذایی اساسی نظیر نیتروژن، فسفر و سولفات است که برای فون و فلور مهم هستند. میزان ماده آلی در اقالیم مطروب و خنک بیشتر است. به علاوه میزان آن به ویژه در لایه فوچانی خاک با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد، که می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها به دلیل کاهش دما باشد (۴۰). از طرفی سرخس عقابی به دلیل داشتن تراکم بالای جوانه‌های رویزومه و زی توده ریزوومی (۲۲)، می‌تواند تا حد زیادی فیزیک خاک را دگرگون کرده و به موجب آن باعث ایجاد هوموس نوع مول، معکوس کردن پودزولیزاسیون و کاهش اسیدیته خاک شود که همگی این موارد باعث دگرگونی بزرگی در فرآیندهای میکروبی خاک می‌شوند (۹).

نتایج این پژوهش نشان داد سرخس عقابی توانسته در چند تیپ گیاهی خارج از جنگل راش در مرتع ییلاقی دامنه شمالی البرز تشکیل توده‌های انبوه دهد. در توده‌های این گیاه خاک از مواد غذایی (ازت، فسفر و پتاسیم) و ماده آلی و رطوبت بیشتر و اسیدیته کمتر برخوردار بوده است. گیاهان مرتعی برای رشد در این شرایط باید بتوانند شرایط اسیدی خاک و سایه شدید سرخس عقابی را تحمل کنند. لازم است در برنامه مدیریت و کنترل این گیاه اثرات

زی توده روی زمینی بالاتر یک ویژگی کلیدی تشریح کننده میزان بیشتر مواد غذایی سرپا می‌باشد. میزان مواد غذایی بیشتر در اندام‌های هوایی باعث افزایش بازگشت آنها به خاک از طریق لاشبرگ گیاهی می‌شود. به نظر می‌رسد گیاهان مهاجم به طور یکنواخت جریان مواد غذایی خاصی را در اکوسیستم توسعه می‌دهند که شامل میزان جذب خالص از خاک و بازگشت مجدد سالانه به وسیله مواد آلی مرده می‌باشد (۸). البته باید توجه داشت چرای دام به ویژه چرای شدید می‌تواند موجب تغییر در پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک شود. چرای بیش از حد ظرفیت در مرتع به عنوان یک اختلال محسوب می‌شود که ممکن است در دراز مدت منجر به تغییراتی در چرخه عناصر خاک شود و در نهایت باعث کاهش باروری خاک، تخریب خاک و افزایش فرسایش خاک گردد (۳، ۲۴ و ۲۶).

اسیدیته خاک یک شاخص مهم است که میزان حلایلت و در دسترس قرار گرفتن عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۲). دامنه pH در خاک توده‌های سرخس عقابی بین ۴/۶۵ تا ۴/۹۸ بود یعنی خاک اسیدی است. در عرصه‌های طبیعی می‌توان سرخس عقابی را در خاک‌هایی با دامنه وسیعی از pH بین ۲/۸ تا ۸/۶ مشاهده کرد، البته سرخس‌ها عمده‌تا در خاک‌های با اسیدیته بین ۴/۵ تا ۵/۵ (اسیدی) یافت می‌شوند (۲۲). بهینه اسیدیته برای سرخس عقابی در ۵/۲ و دامنه اکولوژیک آن بین ۴/۷ تا ۵/۷ بود. به همین دلیل تاج پوشش و تراکم بیشتر آن در مرتع مورد هجوم که اسیدیته پایین داشت مشاهده شد. اسیدیته ۵ نقطه بحرانی اسیدیته خاک است چون می‌تواند آغاز سمیت آلومینیوم باشد (۱۸). در pH اسیدی عناصر ضروری چون فسفر، کلسیم، منیزیم و مولیبدن معمولاً ناکافی و یا غیرقابل دسترس برای گیاه هستند (۱۸). دلایل مختلفی برای این کاهش اسیدیته وجود دارد. کاهش در میزان اسیدیته خاک در عرصه‌های مورد هجوم سرخس عقابی می‌تواند ناشی از بالا بودن پوشش گیاهی یا سیستم ریشه‌ای متراکم و زیاد بودن مواد آلی خاک باشد. جانسون میناردن و همکاران (۱۹۹۸)، زی توده سرخس عقابی را باعث اسیدی شدن محلول خاک دانستند (۱۸). ترشح اسیدهای ارگانیکی از ریشه‌ها و دی‌اکسیدکربنی که از ریشه‌ها و میکرو ارگانیسم‌ها انتشار

تغییرات اقلیمی، تغییر کاربری اراضی و روابط سینزیک  
سرخس عقابی با سایر گونه‌های گیاهی مورد مطالعه قرار  
گیرد.

### References

1. Adabi Firozjaii, R., J. Ghorbani & S.H. Zalli, 2020. Vegetation changes in summer rangelands invaded by *Pteridium aquilinum* in the north face of Alborz mountains (Case study: Baosere rangeland in Bandpay Babol, Mazandaran). Iranian Journal of Range and Desert Research, 27(1):112-124.
2. Al-Seekh, S.H., A.G. Mohammad & Y.A. Amro, 2009. Effect of grazing on soil properties at southern part of west bank rangeland, Hebron University Research Journal, 4(1): 35-53.
3. Amiri, F. & H. Arzani, 2009. Rangeland management on the basis of grazing capacity and vegetation indices (case study: semiarid rangelands of ghareaghach). Rangeland, 3(4): 680-698. (In Persian)
4. Anderson, J.M. & S.L. Hetherington, 1999. Temperature, nitrogen availability and mixture effects on the decomposition of heather *Calluna vulgaris* (L.) Hull] and bracken *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn] litters. Functional Ecology, 13: 116-124.
5. Bond, W., G. Davies & R. Tuner, 2007. The biology and nonchemical control of bracken fern (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). Available at: <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds>.
6. Conway, E., 1953. Spore and sporeling survival in bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). Journal of Ecology, 41: 289–294.
7. Daniels, R.E., 1986. Studies in the growth of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. (Bracken) 2. Effects of shading and nutrient application. Weed Research, 26: 121-126.
8. Dassonville, N., S. Vanderhoeven, V. Vanparys, M. Hayez, W. Gruber & P. Meerts, 2008. Impacts of alien invasive plants on soil nutrients are correlated with initial site conditions in NW Europe. Oecologia, 157:131–140.
9. De Luca, T.H., S.A. Zewdie, O. Zackrisson, J.R. Healey & D.L. Jones, 2013. Bracken fern (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn) promotes an open nitrogen cycle in heathland soils. Plant Soil, 367: 521-534.
10. Den Ouden, J., 2000. The role of bracken (*Pteridium aquilinum*) in forest dynamics. PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands.
11. Der, J.P., J.A. Thomson, J.K. Stratford & P.G. Wolf, 2009. Global chloroplast phylogeny and biogeography of bracken (*Pteridium*; Dennstaedtiaceae). American Journal of Botany, 96: 1041–1049.
12. Ehrenfeld, J.G., 2003. Effect of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. Ecosystems, 6: 503–523.
13. Gaudio, N., P. Balandier, Y. Dumas & C. Ginisty, 2011. Growth and morphology of three forest understorey species (*Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea* and *Pteridium aquilinum*) according to light availability. Forest Ecology and Management, 261: 489–498.
14. Gordon, D.R., 1998. Effects of invasive, non-indigenous plant species on ecosystem processes: Lessons from Florida. Ecological Applications, 8(4): 975-989.
15. Griffiths, R.P. & T. Filan, 2007. Effects of bracken fern invasions on harvested site soils in Pacific Northwest (USA) coniferous forests. Northwest Science, 81:191–198.
16. Hulme, P.E., 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. Journal of Applied Ecology, 43: 835-847.
17. Jalilvand, H., R. Tamartash & H. Heydarpour, 2007. Grazing Impact on Vegetation and Some Soil Chemical Properties in Kojour Rangelands, Noushahr, Iran. Rangeland, 1(1): 53-66. (In Persian)
18. Johnson-Maynard, J.L., P.A. McDaniel, D.E. Ferguson & A.L. Falen, 1998. Chemical and mineralogical conversion of Andisols following invasion by bracken fern. Soil Science Society of America Journal, 61:549-555.
19. Khalasi Ahvazi, L., M.A. Zare Chahouki, H. Azarnivand & M. Soltani Gardfaramarzi, 2012. Modeling the potential habitat of *Eurotia ceratoides* in north east of Semnan, using ecological niche factor analysis. Rangeland, 5(4): 362-373. (In Persian)
20. Khoshravesh, R., H. Akhani, M. Eskandari & W. Greuter, 2009. Ferns and fern allies of Iran. Rostaniha 10(1): Supplement 7.
21. Leps, J. & P. Smilauer, 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge.
22. Marrs, R.H. & A.S. Watt, 2006. Biological flora of the British Isles: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Journal of Ecology, 94: 1272–1321.

23. Mitchell, R.J., R.H. Marrs, M.G. Le Duc & M.H.D. Auld, 1997. A study of successsion on lowland heaths in Dorset, southern England: changes in vegetation and soil chemical properties. *Journal of Applied Ecology*, 34: 1426–1444.
24. Mohsennezhad, M., M. Shokri, H. Zali & Z. Jafarian, 2010. The effects of soil properties and physiographic factors on plant communities' distribution (Case study: Behrestagh Rangeland, Haraz). *Rangeland*, 4(2): 262-275. (In Persian)
25. Moore, T.R., J.A. Trofymow, M. Siltanen, C. Prescott & CIDET Working Group 2005. Patterns of decomposition and carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics of litter in upland forest and peatland sites in central Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 133–142.
26. Pakeman, R.J., M.G. Le Duc & R.H. Marrs, 2002. A review of current bracken control and associated vegetation strategies in Great Britain. *Web Ecology*, 3: 6-11.
27. Pakeman, R.J., M.G. Le Duc & R.H. Marrs, 2005. Bracken control, vegetation restoration and land management. *Rural Development Service Technical Advice Note*, 23, 7 p.
28. Radosevich, S.R., J.S. Holt & C.M. Ghersa, 2007. Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management. John Wiley & Sons, New Jersey, 454 P.
29. Roos, K., 2010. Tropical bracken, a powerful invader of pastures in South Ecuador: Species composition, ecology, control measures, and pasture restoration. PhD thesis, University of Bayreuth, Bayreuth, Germany.
30. Schneider, L.C., 2004. Bracken Fern (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) invasion in Southern Yucatan peninsular region: A case for land-change science. *Geographical Review*. 94(2): 229–241.
31. Smart, R.P., L.J. Calver, A.M. Crowe, K.M. Emmerson & M.S. Cresser, 2007. Bracken effects on inorganic leaching from an upland podzol. *Soil Use Management*, 23: 317–322.
32. Soulsby, C. & B. Reynolds, 1994. The chemistry of through fall, stem flow, and soil water beneath oak woodland and moorland vegetation in upland Wales. *Chemical Ecology*, 9: 115–134.
33. Thomson, J.A., A.C. Chikuni & C.S. McMaster, 2005. The taxonomic status and relationships of bracken ferns (*Pteridium*: Dennstaedtiaceae) from sub-Saharan Africa. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 148: 311–321.
34. Thomson, J.A., J.T. Mickel & K. Mehltreter, 2008. Taxonomic status and relationships of bracken ferns (*Pteridium*: Dennstaedtiaceae) of Laurasian affinity in Central and North America. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 157: 1–17.
35. Vila, M., J.L. Espinar, M. Hejda, P.E. Hulme, V. Jarosik, J.L. Maron, J. Pergl, U. Schaffner, Y. Sun & P. Pysek, 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14: 702–708.
36. Wang, C.Y., H.G. Xiao, J. Liu, L. Wang & D.L. Du, 2015. Insights into ecological effects of invasive plants on soil nitrogen cycles. *American Journal of Plant Sciences*, 6: 34-46.
37. Watt, A.S. 1976. The ecological status of bracken. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 73: 217–239.
38. Weidenhamer, J.D. & R.M. Callaway, 2010. Direct and indirect effects of invasive plants on soil chemistry and ecosystem function. *Journal of Chemical Ecology*, 36: 59-69.
39. Whitehead, S.J. & J. Digby, 1997. The morphology of bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) in the North York Moors - a comparison of the mature stand and the interface with heather (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) 2. The rhizome. *Annals of Applied Biology*, 131:117–131.
40. Yesilbudak, B., A. Kutlay & C. Darici, 2013. Comparison of soil carbon and nitrogen contents of *Quercus cerris* and *Fraxinus excelsior* in the Mersin-Gulnar region. *EurAsian Journal of Biosciences*, 7: 54-59.