مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال پانزدهم، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۲
ص ۵۱۴-۴۹۷
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2023.363540.1894

ابتلای درختان ارس (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) به ارس‌واش (*Arceuthobium oxycedri* (D.C.) M. Bieb) در جنگل‌های منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ میانکوه تاش شاهرود

داود کرتولی‌نژاد[1*]، هومن روانبخش[2]، ذبیح‌الله فدائی[3]، علیرضا مشکی[3] و الهه نیکوئی[4]

[1] استادیار، گروه جنگلداری، دانشکدهٔ کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران.
[2] استادیار، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
[3] دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ علوم زیستی جنگل، دانشکدهٔ کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران.
[4] دانشجوی دکتری علوم زیستی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۰)

چکیده

مقدمه: شیوع گیاه انگلی ارس‌واش یا *Arceuthobium oxycedri* از مهم‌ترین آسیب‌هایی است که توده‌های ارزشمند ارس در سال‌های اخیر با آن روبه‌رو بوده‌اند. تحقیق پیش رو، با هدف بررسی شدت ابتلای درختان ارس جنگل‌های ارس منطقهٔ میانکوه تاش انجام گرفت.
مواد و روش‌ها: برای نمونه‌برداری، شبکه‌ای با ابعاد ۲۵۰×۲۵۰ متر به‌صورت تصادفی- سیستماتیک با ۶۵ قطعه نمونهٔ مربع‌شکل به ابعاد ۲۰×۲۰ متر پیاده شد. در هر قطعه نمونه، مشخصه‌های کمّی هر درخت مانند ارتفاع درخت (m)، قطر کوچک و بزرگ تاج (m)، قطر یقه (cm)، درصد تاج‌پوشش (٪) حضور و نبود شاخه‌های خشکیده در درختان میزبان و همچنین برخی فاکتورهای رویشگاهی از جمله ارتفاع از سطح دریا (m)، شیب (٪)، جهت جغرافیایی، وضعیت فرسایش خاک در سطح زیر تاج درخت (دسته‌بندی در چهار طبقه) و مقدار بیرون‌زدگی ریشه‌های درخت (دسته‌بندی در سه طبقه) اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز تک‌متغیره و آنالیز تشخیص بررسی شد.
یافته‌ها: نتایج نشان داد که جنسیت پایه، درصد شیب و جهت دامنه اثری بر شدت ابتلا به ارس‌واش نداشتند؛ اما درختان آلوده دارای میانگین ارتفاع (۵ متر)، قطر تاج (۳/۷ متر)، قطر یقه (۵۴/۷ سانتی‌متر)، مساحت تاج (۱۲/۸ متر مربع) بیشتری در مقایسه با درختان بدون آلودگی به ارس‌واش بودند (به‌ترتیب ۳/۱ متر، ۲/۱ متر، ۲۴/۱ سانتی‌متر، ۴/۱ متر مربع). فراوانی خشکیدگی سرشاخه‌ها نیز به‌طور معنی‌داری در درختان مبتلا بسیار بیشتر از درختان سالم بود که نشان می‌دهد تحت تأثیر هجوم ارس‌واش ایجاد شده است. براساس نتایج آنالیز تشخیص نیز شدت فرسایش در زیر تاج‌پوشش، بیرون‌زدگی ریشه، قطر یقه، سطح مقطع درختان در هکتار، قطر تاج و ارتفاع درختان ارس مهم‌ترین عواملی هستند که در توصیف شدت ابتلا به ارس‌واش اثرگذارند.
نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که درختان بزرگ‌تر و به‌عبارتی مسن‌تر، بیشتر در معرض ابتلا به گیاه انگلی ارس‌واش قرار دارند. درختان ارسی که مقادیر بیشتری از بیرون‌زدگی ریشه‌ها و فرسایش خاک در سطح زیرین تاج‌پوشش خود دارند (دو فاکتور بیانگر چرای دام)، شدت تهاجم بیشتری از این گیاه انگلی را نیز نشان می‌دهند و این موضوع اثر مضاعف تنش چرای دام بر درختان مبتلا را تأیید می‌کند. بنابراین ارائهٔ روش‌های غیرمخرب کنترل ارس‌واش با رویکرد حفاظت بیشتر از کانون‌های با درختان مسن و بزرگ ارس، باید در اولویت قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: حفاظت جنگل، درواش پاکوتاه، درخت میزبان، شدت ابتلا، نیمه‌انگل.

[*] نویسنده مسئول
شماره تماس: ۰۲۳۳۱۵۳۵۵۶۰
ایمیل: kartooli58@semnan.ac.ir

مقدمه

بخش وسیعی از مساحت ایران را رویشگاه‌های بیابانی و استپ تشکیل داده است. شرایط اقلیمی، خاک و بارندگی کم در این مناطق سبب شده که ایران از نظر پوشش جنگل در زمرهٔ کشورهای با سطح جنگل‌های بسیار کم یا LFC[1] طبقه‌بندی شود. افزون‌بر شرایط سخت طبیعی و محیطی، دلایل دیگری در تنک شدن و کوچک شدن سطح و کاهش کیفیت جنگل‌های ایران تأثیر دارد که از جمله می‌توان به مدیریت نادرست جنگل‌ها و برداشت بی‌رویه و غیرقانونی از این اراضی به‌عنوان منبع چوبی برای مصارفی همچون سوخت، زغال و مصارف صنعتی و نیمه‌صنعتی اشاره کرد. برداشت بی‌رویه در مناطق خشک عواقب بسیار وخیم‌تری دارد؛ چراکه دگرگونی‌ها در این مناطق عملاً جبران‌ناپذیر خواهند بود (Ravanbakhsh et al., 2013; Kartoolinejad & Moshki, 2014). جنس سرو کوهی (*Juniperus* spp.) از مهم‌ترین گونه‌های سوزنی‌برگ ایران است که به‌همراه تعدادی از گونه‌های درختی و درختچه‌ای پهن‌برگ، در مناطق کوهستانی و نیمه‌خشک دامنه‌های جنوبی رشته‌کوه البرز، بخش‌های شمالی خراسان و رشته‌کوه‌های هزارمسجد، ارسباران و بسیاری از ارتفاعات داخلی در نواحی رویشی ایران-تورانی کشور ایران، توده‌های جنگلی بسیار ارزشمند و متنوعی را تشکیل می‌دهد (Ravanbakhsh et al., 2013; Kartoolinejad & Moshki, 2014). این جنس حدود ۶۰ گونه و تعداد زیادی زیرگونه دارد که بعد از جنس‌های *Podocarpus* و *Pinus* بیشترین تعداد گونه و زیرگونه از سوزنی‌برگان را به خود اختصاص داده است. در ایران نیز بیشترین تعداد سوزنی‌برگان بومی متعلق به درختان این جنس است (Sabeti, 1976; Mozaffarian, 2005; Ali Ahmad Korori et al., 2011; Marvie Mohadjer, 2005).

مهم‌ترین دلایل پراکندگی جنگل‌های ارس در اغلب رویشگاه‌های کشور، مقاومت زیاد این گونهٔ درختی دیرزیست به شرایط کم‌آبی، سرما، یخبندان‌های شدید، خشکی هوا و تغییرات اقلیمی است که توانایی حضور در نواحی مرتفع کوهستانی، صخره‌ها، شیب‌های تند، خاک‌های سنگلاخی و کم‌عمق و پرتگاه‌ها را نیز دارد. همچنین ارس به‌دلیل سیستم ریشه‌ای عمیق و گستردهٔ خود، می‌تواند سبب حفظ ساقه و تاج درختان در برابر بادهای شدید و برف‌های سنگین شود (Mohammadnejad Kiasari et al., 2009; Livingston, 1972; Ravanbakhsh et al., 2016; Sadeghi et al., 2016). جنگل‌های ارس، درگذشته از تراکم و انبوهی زیادی در بیشتر مناطق رویشی ایران برخوردار بوده‌اند، اما امروزه متأسفانه به دلایل گوناگونی مانند خشکسالی اقلیمی، فعالیت‌های تفرجی، توسعهٔ اراضی روستایی در داخل مناطق جنگلی، مراقبت نکردن از توده‌های جنگلی باقی‌مانده، بهره‌برداری بی‌رویهٔ ساکنان محلی، چرای سنگین دام و آتش‌سوزی به‌صورت کم‌پشت و پراکنده درآمده است (Kartoolinejad & Moshki, 2014; Ravanbakhsh et al., 2013, 2016; Azarkhavarani et al., 2017).

یکی از خطرهایی که این روزها به‌طور جدی جنگل‌های ارس را تهدید می‌کند گسترش روزافزون گونه‌ای از داروش‌های پاکوتاه (Dwarf mistletoe)، با نام علمی *Arceuthobium oxycedri* (D.C.) M.Bieb است که در ایران بیشتر با نام ارس‌واش شناخته می‌شود؛ گیاهی نیمه‌انگل یا همی‌پارازیت از تیرهٔ Santalaceae (Fallahchaei et al., 2011; Rezanejad et al., 2019) که اغلب به درختان سوزنی‌برگ خانوادهٔ Cupressaceae آسیب می‌زند (Ghorbanli et al., 2012). این گیاه دارای برگ‌های فلس‌مانند، ساقه‌های بندبند، گل‌های تک‌جنسی و دوپایه است که به‌دلیل غلظت بسیار کم کلروفیل در برگ و ساقه‌ها، در برخی منابع آن را گیاهی تمام‌انگل یا Holoparasite نیز خوانده‌اند (Kartoolinejad et al., 2008a). ارس‌واش‌ها مانند داروش‌های عضو

1. Low Forest Cover countries

خانوادهٔ Viscaceae ریشهٔ واقعی ندارند و از طریق بافت‌های پارانشیمی به نام هاستوریوم، به درون شاخه‌های میزبان نفوذ کرده و افزون‌بر آب و املاح معدنی از آوندهای چوبی، مواد غذایی، قندها و ترکیبات سینتتیک گیاهی را نیز از آوندهای آبکش گیاه میزبان دریافت می‌کنند (Kartoolinejad et al., 2008a) که خود سبب کاهش بذردهی و رویش گیاه میزبان، کاهش کیفیت چوب‌های تولیدی و ضعف فیزیولوژیک و آسیب‌پذیری بیشتر درختان میزبان در برابر حملهٔ آفات و امراض می‌شوند (Watson, 2001; Sarangzai et al., 2012).

از مهم‌ترین مناطق پراکنش ارس در استان سمنان در فرحزاد تاش شاهرود و پرور سمنان است که تا ارتفاع بیش از ۲۳۰۰ متر از سطح دریا نیز پراکنش دارد. متأسفانه گونه‌های ارس این مناطق، میزبان اصلی گیاه نیمه‌انگل درواش‌های پاکوتاه هستند (Korori et al., 2011). با توجه به نقش بسیار مهم جنگل‌های ارس کشور در تأمین منابع آب زیرزمینی، ممانعت از فرسایش خاک، حفظ و افزایش تنوع زیستی، پخش سیلاب و جلوگیری از ایجاد سیل و همچنین بقای جوامع روستایی دارند، این پژوهش با هدف ارزیابی خسارت ناشی از شیوع درواش پاکوتاه و وضعیت پراکنش آن در رویشگاه ارس منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ میانکوه تاش واقع در جنگل‌های شمال شاهرود انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

منطقهٔ پژوهش واقع در البرز شرقی با طول جغرافیایی ′۳۴ °۵۴ تا ′۳۸ °۵۴ و عرض جغرافیایی ′۳۶ °۳۶ تا ′۳۷ °۳۶ است که از ناحیهٔ شمالی به شهرستان گرگان و از بخش جنوبی به شهرستان شاهرود متصل است. آب‌وهوای منطقه متأثر از اقلیم بخش‌های شمالی البرز و فلات مرکزی ایران است، به‌نحوی که بارندگی آن از بخش‌های شمالی به‌سمت جنوب و از بخش شرقی به‌سمت غرب کاهش می‌یابد. میانگین دمای سالیانهٔ منطقه ۸/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و مجموع بارندگی سالیانه حدود ۳۱۹ میلی‌متر است که حدود ۷ درصد از مجموع بارندگی حوزه، در فصل تابستان (کمترین مقدار بارش) رخ می‌دهد (Karimian, 2003; Maghsoudloonezhad et al., 2013).

این منطقه دارای ماسه‌های کم‌عمق (ماسه ۴۵ تا ۷۱/۸ درصد، خاک رس ۸/۳ تا ۲۶/۶ درصد، سیلت ۱۹/۸ تا ۲۸/۴ درصد، اسیدیته ۸/۵ و هدایت الکتریکی ۰/۱۵ تا ۰/۱۸) با رگه‌های سنگی و مستعد کمبود مواد مغذی است (Karimian, 2003).

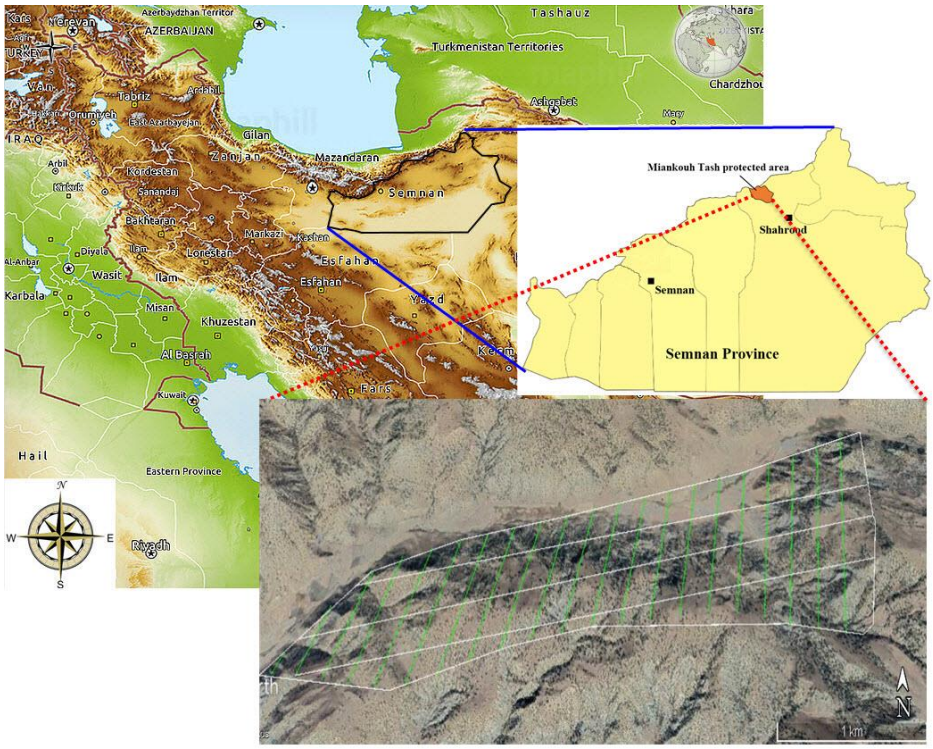
تیپ منطقه، از نظر ژئومورفولوژیکی، کوهستانی با رخساره‌های شنی و نهشته‌های منفصل است. از نظر تشکیلات زمین‌شناسی، محدودهٔ تحت بررسی متشکل از رسوبات آواری قاره‌ای و سنگ‌های رسوبی دریایی است. از نظر حساسیت به فرسایش، سنگ‌های منطقه دارای حساسیت متوسط ارزیابی شده‌اند.

این منطقه محدوده‌ای کوهستانی با ارتفاعات و قله‌های بسیار زیاد است و ارتفاع آن از ۲۴۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا در نوسان است. زمین‌های زراعی منطقه در ارتفاع ۲۴۰۵ متر قرار دارند. شیب متوسط این حوزه زیاد و متوسط وزنی شیب در حدود ۵۰ درصد است.

پوشش گیاهی منطقهٔ پژوهش متشکل از گونه های درختی و درختچه‌ای نظیر ارس، زرشک (*Berberis* spp.)، نسترن (*Rosa* spp.)، تنگرس (*Rhamnus pallasii* Fisch & C.A.Mey.)، پلاخور (*Lonicera* spp.) و ... در کنار گونه‌های گیاهی علفی و بوته‌ای نظیر کلاه میرحسن (*Acantholimon* spp.)، درمنهٔ کوهی (*Artemisia aucheri* Boiss.)، افدرا (*Ephedra* spp.)، گون (*Astragalus* spp.) و انواع گراس‌ها است.

شیوهٔ اجرای پژوهش ابتدا منطقهٔ پژوهش به‌منظور تهیهٔ شبکهٔ نمونه‌برداری بررسی و بازدید شد. پس از آن شبکه‌ای با ابعاد ۲۵۰×۲۵۰ متر برای

نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی- سیستماتیک در محیط GIS، تهیه و مختصات مرکز قطعه نمونه‌ها یادداشت و وارد دستگاه موقعیت‌یاب مکانی (GPS) شد. در نهایت، منطقهٔ پژوهش با ۶۵ قطعه نمونهٔ مربع‌شکل با ابعاد ۲۰×۲۰ متر پوشش داده شد (شکل ۱). در هر قطعه نمونه، مشخصه‌های رویشی درختان سالم و آلوده به ارس‌واش نظیر ارتفاع درخت (m)، قطر در محل یقه (m)، قطر بزرگ و کوچک تاج (m)، قطر تاج گونه‌های درختی و درختچه‌ای همراه و نیز درصد شیب دامنه (٪)، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا (m)، بیرون‌زدگی ریشه‌ای درختان میزبان و فرسایش خاک در زیر تاج بررسی شد. در هر قطعه نمونه، نهال‌های با ارتفاع کمتر از ۵۰ سانتی‌متر به‌عنوان زادآوری ثبت شد. همهٔ خشکه‌داران ارس چه ایستاده و چه افتاده در داخل هر قطعه نمونه یادداشت شد (Rezanejad et al., 2019).



شکل ۱- نقشهٔ منطقهٔ پژوهش، شبکهٔ آماربرداری و قطعات نمونه

Figure 1. The map of study area, inventory network, and sampling plots

ارتفاع درختان با استفاده از شیب‌سنج سونتو و قطر در محل یقهٔ درختان (در دو جهت عمود بر هم) با استفاده از خط‌کش دوبازو و نوار قطرسنج اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری قطر تاج، دو قطر عمود بر هم همهٔ درختان داخل قطعه نمونه اندازه‌گیری شد. مساحت تاج و سطح مقطع هر درخت با استفاده از رابطهٔ ریاضی مساحت بیضی محاسبه شد. برای بررسی خشکیدگی سرشاخه‌های درختان، بدون توجه به حضور ارس‌واش، سه طبقه تفکیک شد: ۱- بدون خشکیدگی، ۲- کمتر از ۵۰ درصد شاخه‌ها دچار خشکیدگی؛ و ۳- بیش از ۵۰ درصد شاخه‌های خشکیده در تاج درخت (Rezanejad et al., 2019).

برای اندازه‌گیری شدت ابتلا به ارس‌واش در درختان آلوده نیز از روش Hawksworth (1998) استفاده شد. روش ابداعی هاکسوورس، از پذیرفته‌شده‌ترین روش‌های شدت آلودگی درختان به داروش‌های جنس Arceuthobium است که اساس آن برپایهٔ تقسیم تاج درخت به سه بخش مساوی بالایی، میانی و پایینی است. براساس این روش، شدت ابتلا به داروش در هر بخش از صفر تا ۲ امتیازدهی

می‌شود (Kartoolinejad et al., 2008b). عدد صفر به‌معنای نبود حتی یک کپه داروا‌ش، عدد ۱ بیانگر ابتلای کمتر از ۵۰ درصد شاخه‌های اصلی تاج درخت به داروا‌ش (آلودگی کم) و عدد ۲ بیانگر ابتلای بیش از ۵۰ درصد از شاخه‌های درخت میزبان (آلودگی شدید) است. فرسایش خاک نیز برای بررسی به چهار طبقه تقسیم شد. طبقهٔ صفر بدون فرسایش، طبقهٔ یک دارای فرسایش سطحی و کم، طبقهٔ دو دارای فرسایش شیاری و طبقهٔ سه دارای فرسایش شیاری و خندقی بود. بیرون‌زدگی ریشه‌های درختان ارس نیز برای بررسی به سه طبقه تقسیم شد: بدون بیرون‌زدگی ریشه در سطح زیر تاج، بیرون‌زدگی کمتر از ۵۰ درصد ریشه‌ها در سطح زیر تاج و بیرون‌زدگی بیش از ۵۰ درصد ریشه‌های درخت ارس در زیر تاج.

روش تحلیل

پس از نمونه‌برداری و برداشت ۶۵ قطعه نمونه مربعی، داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۸ تجزیه‌وتحلیل شد. در بخش آنالیزهای تک‌متغیره از آزمون‌های مقایسهٔ میانگین توکی، تی غیرجفتی و همبستگی پیرسون برای بررسی تأثیر مشخصه‌های رویشی درخت، شیب دامنه، جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و نیز فرسایش خاک و بیرون‌زدگی ریشه‌های درخت بر شدت آلودگی به ارس‌واش و اثر متقابل آنها بر یکدیگر استفاده شد. در بخش آنالیزهای چندمتغیره، با استفاده از آزمون آنالیز تشخیص، مهم‌ترین متغیرهای دخیل در شدت ابتلا به ارس‌واش بررسی و تجزیه‌وتحلیل شد. برای ترسیم نمودارها نیز از برنامهٔ اکسل و شبکه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار Arc-GIS استفاده شد.

نتایج

بررسی‌ها نشان داد که منطقهٔ پژوهش دارای تیپ غالب ارس- زرشک است که این دو گونه در مجموع بیش از ۷۰ درصد فراوانی گونه‌های چوبی منطقه را تشکیل می‌دهند (جدول ۱).

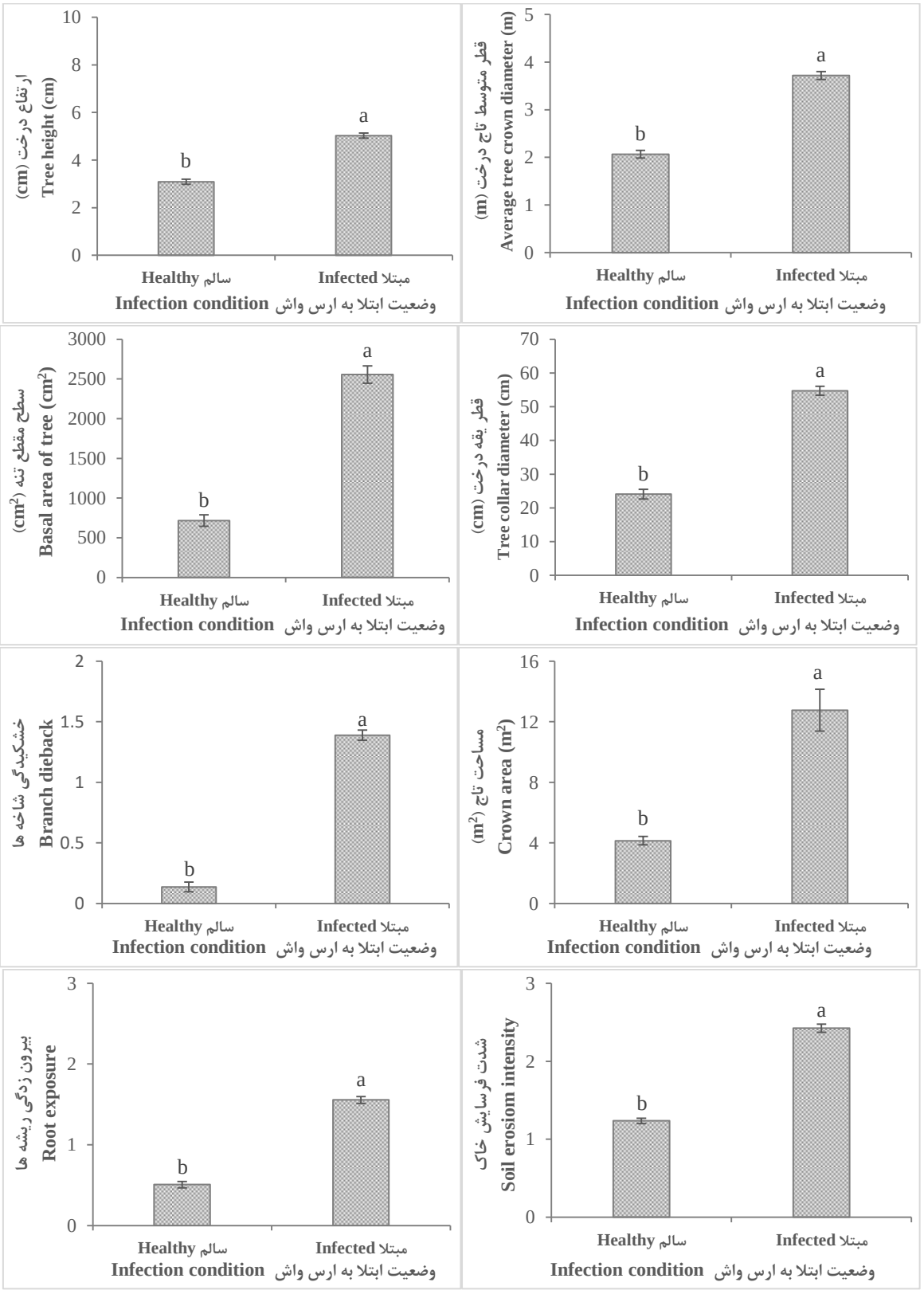
جدول ۱- گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در همهٔ قطعه نمونه‌های آماربرداری

Table 1. Tree and shrub species existing inside all sampling plots

	تعداد در مجموع قطعه نمونه‌ها Density per all plots	تعداد در هکتار Density per hectare	درصد حضور Presence percentage
ارس (*Juniperus excelsa* M. Bieb.)			
پایه‌های زنده Trees	314	120.8	58.3
خشکه‌دارها Dead trees	14	5.4	2.6
تنهٔ قطع‌شده Cut trunk	5	1.9	0.9
زادآوری Regeneration	67	25.8	12.4
زرشک (*Berberis integerrima* Bunge.)	73	28.1	13.5
رامنوس (*Rhamnus pallasii* Fisch. & C.A.Mey)	43	16.5	8
پلاخور (*Lonicera nummulariifolia* Jaub. & Spach.)	23	8.8	4.3
مجموعTotal	539	270.3	100

نتایج به‌دست‌آمده از مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون تی غیرجفتی نشان داد که درختان بلندتر با قطر تاج، قطر یقه و سطح مقطع بیشتر و تاج گسترده‌تر، با فراوانی بیشتری دچار ابتلا به ارس‌واش شده‌اند. از طرف دیگر درختانی که در زیر تاج آنها آثار فرسایش خاک به‌صورت شیاری و خندقی دیده می‌شود، بیش از درختانی که در سطح زیر تاج آنها آثار فرسایش بسیار جزئی‌تری مشاهده می‌شود دچار ابتلا به ارس‌واش هستند. بیرون‌زدگی ریشه نیز که خود مشخصه‌ای مبنی بر وجود فرسایش خاک در زیر تاج درختان ارس

است، ارتباط تنگاتنگی با شدت ابتلا بـه ارس‌واش دارد. همچنین بررسی شـاخه‌هـای خشـک‌شـده در درختـان سالم و مبتلا نیز نشـان داد کـه خشـکیدگی شـاخه در درختان مبتلا به ارس‌واش بیشتر است (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسهٔ مشخصه‌های درختان مبتلا به ارس‌واش با درختان سالم

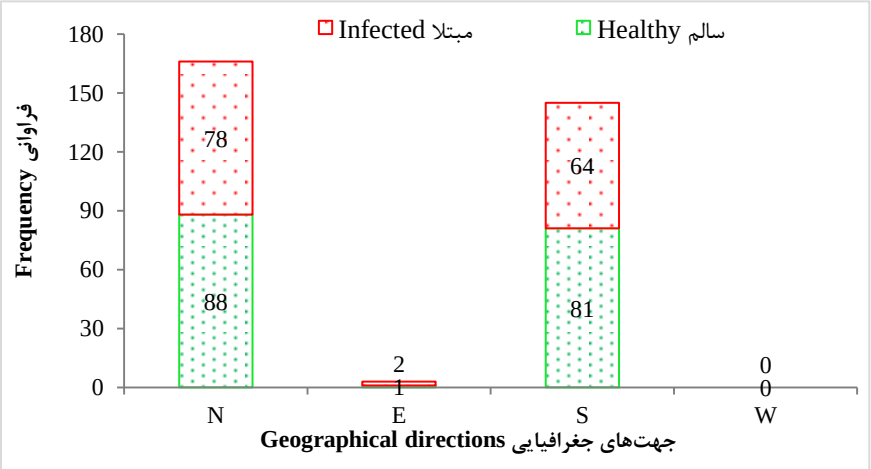
Figure 2. Characteristic comparison between infected junipers with healthy ones

به‌دلیل شرقی- غربی بودن امتداد دامنهٔ رشته‌کوه البرز در منطقهٔ پژوهش، حدود ۹۹ درصد قطعه نمونه‌های آماربرداری در دامنه‌های شمالی و جنوبی و ۱ درصد باقی‌مانده نیز در جهت شرقی واقع شد. بررسی‌ها نشان داد که بین پایه‌های سالم و مبتلا به ارس‌واش در دو جهت جغرافیایی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۳).

شرایط منطقهٔ نمونه‌برداری سبب شد که دامنهٔ پراکنش ارتفاعی درختان ارس محدود باشد؛ با این‌حال تفاوت چندانی در گرادیان ارتفاعی مشاهده نشد. همچنین ازآنجا که بیشتر سطح مورد بررسی دارای شیب بین ۶۰ تا ۹۰ درصد بود، بیشترین تعداد درختان سالم و مبتلا به ارس‌واش نیز در همین طبقه شیب واقع‌اند. بررسی فرسایش خاک در زیر تاج درختان نشان داد که ۹۳ درصد درختان مبتلا دارای آثار فرسایش متوسط تا شدید در زیر تاج خود هستند؛ درحالی که ۷۸ درصد درختان فاقد ارس‌واش، فرسایش کمی در زیر تاج‌پوشش خود دارند. بررسی بیرون‌زدگی ریشه در زیر تاج درختان نیز نشان داد که تنها ۱ درصد از درختان فاقد ارس‌واش، دچار بیرون‌زدگی ریشه شده‌اند و بیشتر درختان مبتلا به ارس‌واش، دارای بیرون‌زدگی ریشه در زیر تاج خود هستند (شکل ۴).

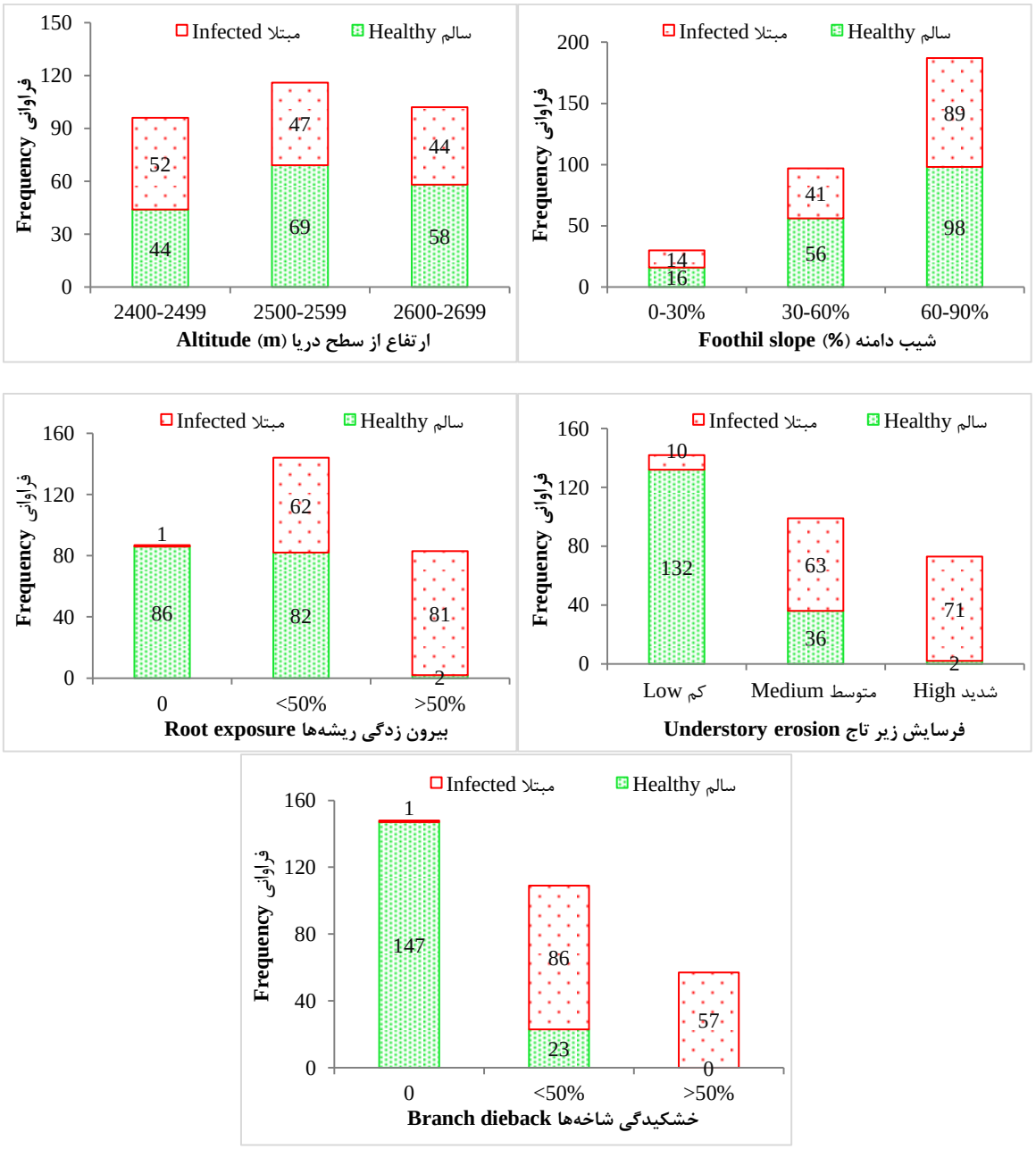
افزون‌بر این، نتایج نشان داد که تنها کمتر از ۱ درصد درختان مبتلا به ارس‌واش فاقد خشکیدگی سرشاخه و شاخه هستند که حدود ۶۰ درصد آنها دارای کمتر از ۵۰ درصد سرشاخه‌های خشکیده و حدود ۳۹ درصد دارای بیش از ۵۰ درصد شاخه‌های خشکیده‌اند. این موضوع تأثیر ابتلا به ارس‌واش بر خشکیدگی شاخه‌ها رانشان می‌دهد. دربارهٔ درختان فاقد ارس‌واش نیز مشخص شد که ۸۶ درصد آنها بدون خشکیدگی شاخه و ۱۴ درصد نیز دارای کمتر از ۵۰ درصد آثار خشکیدگی هستند (شکل ۴).

نتایج آنالیز همبستگی پیرسون در میان متغیرها نشان داد که بیشترین مقادیر ابتلا به ارس‌واش به‌ترتیب با متغیرهایی مانند خشکیدگی شاخه، شدت فرسایش خاک در زیر تاج‌پوشش، سطح مقطع، قطر یقه، قطر تاج، ارتفاع درخت میزبان، مساحت تاج و در نهایت نسبت درختان مبتلا به سالم درون توده، همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد؛ به‌نحوی که با افزایش مقادیر عددی هر یک از این متغیرها، بر شدت ابتلا به ارس‌واش افزوده شده است؛ اما با مشخصه‌های دیگر از جمله ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب و جهت دامنه همبستگی معنی‌داری ندارد (جدول ۲).



شکل ۳- فراوانی درختان سالم و مبتلا در جهت‌های جغرافیایی اصلی

Figure 3. Frequency of infected and healthy trees in the main geographical aspect



شکل ۴- فراوانی درختان سالم و مبتلا در طبقه‌های شیب، ارتفاع از سطح دریا، فرسایش زیر تاج درختان، بیرون‌زدگی ریشه و فراوانی خشکیدگی سرشاخه

Figure 4. Frequency of infected and healthy trees in the slope classes, altitude from sea level, understory erosion, root exposure and die back

جدول ۲- همبستگی پیرسون میان متغیرهای اندازه‌گیری‌شده[¥]

Table 2. Pearson correlation among measured variables[¥]

		CrD	He	CoD	BA	CA	CC	JD	TD	El	Sl	As	Er	DMR	IH	DB	RE
CrD	r	1	0.930**	0.892**	0.837**	0.551**	0.214**	-0.076	-0.083	-0.082	0.111	0.160**	0.659**	0.665**	0.082	0.665**	0.673**
	P-value		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.182	0.140	0.146	0.050	0.005	0.000	0.000	0.145	0.000	0.000
He	r		1	0.918**	0.878**	0.469**	0.182**	-0.049	-0.054	0.115*	0.169**	0.640**	0.628**	0.640**	0.027	0.631**	0.661**
	P-value			0.000	0.000	0.000	0.001	0.392	0.339	0.041	0.003	0.000	0.000	0.000	0.638	0.000	0.000
CoD	r			1	0.966**	0.461**	0.119*	-0.085	-0.082	0.010	0.043	0.090	0.680**	0.686**	0.073	0.685**	0.677**
	P-value				0.000	0.000	0.036	0.134	0.148	0.865	0.447	0.111	0.000	0.000	0.198	0.000	0.000
BA	r				1	0.456**	0.118*	-0.063	-0.063	0.050	0.035	0.089	0.672**	0.679**	0.046	0.652**	0.635**
	P-value					0.000	0.036	0.262	0.266	0.380	0.541	0.116	0.000	0.000	0.416	0.000	0.000
CA	r					1	0.359**	-0.012	-0.015	-0.004	0.097	0.126*	0.395**	0.394**	0.082	0.402**	0.810**
	P-value						0.000	0.827	0.794	0.949	0.088	0.026	0.000	0.000	0.145	0.000	0.000
CC	r						1	0.409**	0.389**	-0.024	0.229**	0.232**	0.048	0.040	0.035	0.107	0.064
	P-value							0.000	0.000	0.669	0.000	0.000	0.398	0.477	0.541	0.059	0.261
JD	r							1	0.970**	0.037	0.176**	-0.078	-0.019	-0.025	-0.270**	-0.047	-0.036
	P-value								0.000	0.515	0.002	0.169	0.735	0.657	0.000	0.406	0.526
TD	r								1	-0.009	0.138*	-0.140**	-0.018	-0.022	-0.234**	-0.039	-0.040
	P-value									0.870	0.014	0.013	0.748	0.695	0.000	0.488	0.481
El	r									1	0.350**	0.520**	-0.006	-0.030	-0.261**	-0.130*	-0.033
	P-value										0.000	0.000	0.916	0.597	0.000	0.021	0.561
Sl	r										1	0.434**	0.066	0.066	-0.004	0.018	0.118*
	P-value											0.000	0.242	0.245	0.947	0.750	0.037
As	r											1	0.026	-0.023	-0.057	-0.009	0.077
	P-value												0.650	0.679	0.311	0.876	0.172
Er	r												1	0.810**	0.135*	0.783**	0.766**
	P-value													0.000	0.016	0.000	0.000
DMR	r													1	0.1991**	0.861**	0.764**
	P-value														0.000	0.000	0.000
IH	r														1	0.214**	0.137**
	P-value															0.000	0.015
DB	r															1	0.745**
	P-value																0.000
RE	r																1
	P-value																

[¥] CrD: قطر تاج، He: ارتفاع درخت، CoD: قطر یقه، BA: سطح مقطع، CA: مساحت تاج، CC: درصد تاج‌پوشش توده، JD: تراکم درختان ارس، TD: تراکم درختان توده، El: ارتفاع از سطح دریا، Sl: درصد شیب دامنه، As: جهت دامنه، Er: شدت فرسایش، DMR: شدت ابتلا، IH: نسبت درختان آلوده به سالم در توده، DB: خشکیدگی شاخه‌ها، RE: بیرون‌زدگی ریشه‌ها. مقادیر r ضریب همبستگی پیرسون در بالا و مقادیر sig در ردیف پایین هر سلول ارائه شده است

**: همبستگی معنی دار در سطح ۹۹ درصد، *: همبستگی معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد

[¥] CrD: crown diameter, He: tree height, CoD: collar diameter, BA: baasal area, CA: crown area, CC: stand canopy cover percentage, JD: density of juniper trees, TD: density of stand trees, El: Elevation from sea levele, Sl: slope percentage, As: geographical aspect, Er: erosion intensity, DMR: severity of infection, IH: the ratio of infected to healthy trees in the stand, DB: dye back, RE: root exposure. The r values of the Pearson correlation coefficient are presented at the top and the significant values are presented in the bottom row of each cell

**: significant correlation at the 99% level, and *: significant correlation at the 95% level

توابع تعریف‌شده در این آنالیز، براساس متغیر شدت ابتلا به ارس‌واش بود که با نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز تک‌متغیره نیز تطابق کامل داشتند. نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی داده‌ها نیز نشان داد که متغیرهای دیگر از جمله متغیرهای فیزیوگرافی، ارتباط معنی‌داری با تابع اول ماتریس ساختاری ندارند.

برای انجام تحلیل عاملی، وجود و نبود ابتلا در درختان به‌عنوان متغیر انتخابی وارد مدل شد و آزمون به روش Principal component آنالیز شد. مجموع واریانس‌های توصیف‌شده توسط مؤلفه‌ها در آنالیز چندمتغیرهٔ تحلیل عاملی در جدول ۳ نشان داده شده است.

تحلیل عاملی، به ترتیب متغیرهای ارتفاع درخت، قطر یقه، سطح مقطع در هکتار، قطر تاج درخت، فرسایش و بیرون‌زدگی ریشه‌ها را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار در ارتباط با وجود ابتلا به ارس واش نشان داد. بررسی‌ها نشان داد مقادیر عددی این متغیرها در مؤلفه اول بیش از ۰/۵ و در متغیرهای دیگر مقادیر کمتری است که این موضوع، ارزش کمتر دیگر متغیرهای مورد بررسی را در توصیف ابتلا به ارس‌واش در منطقهٔ مزبور نشان می‌دهد (جدول ۴).

برای بررسی داده‌ها در آنالیز تشخیص، شدت ابتلا به داروواش (DMR) به‌عنوان متغیر گروه‌بندی و بقیهٔ متغیرهای اندازه‌گیری‌شده به‌عنوان متغیرهای وابسته وارد مدل شدند. نتایج به‌دست‌آمده از مقادیر ویژه، درصد واریانس تجمعی و همبستگی کانونی شش تابع اول که در آنالیز تشخیص کانونی استفاده شدند در جدول ۵ ارائه شده است.

ازآنجا که در آنالیز تشخیص، فقط تابع اول مقدار ویژهٔ بیش از ۱ دارد (جدول ۵)، تنها از متغیرهای دارای همبستگی معنی‌دار با این تابع همبستگی (متغیرهای ستاره‌دار) می‌توان به‌عنوان متغیرهای اثرگذار در توصیف شدت ابتلا استفاده کرد. بنابراین شدت فرسایش در زیر تاج‌پوشش، بیرون‌زدگی ریشه، قطر یقه، سطح مقطع درختان در هکتار، قطر تاج و ارتفاع درختان ارس عواملی هستند که ارتباط مثبت و معنی‌داری با شدت ابتلا به داروواش دارند (جدول ۶).

جدول ۳- مجموع واریانس‌های توصیف‌شده توسط مؤلفه‌ها

Table 3. Cumulative variance represented by components

مؤلفه‌ها Components	مقادیر ویژهٔ اولیه Initial eigenvalue		
	کل Total	درصد واریانس Variance (%)	درصد واریانس تجمعی Cumulative variance (%)
1	4.735	39.455	39.455
2	1.622	13.515	52.970
3	1.516	12.633	65.603
4	1.027	8.558	74.161
5	0.998	8.315	82.476
6	0.551	4.594	87.071
7	0.493	4.105	91.175
8	0.352	2.936	94.112
9	0.323	2.639	96.805
10	0.239	1.989	98.894
11	0.122	1.014	99.808
12	0.023	0.192	100

* تنها درختان دارای آلودگی در این آنالیز استفاده شدند ** روش استخراج داده‌ها: تجزیهٔ مؤلفه‌های اصلی

*Only infected trees have been used in this analysis **data extraction method: Principal Component Analysis

جدول ۴- ماتریس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در تحلیل عاملی

Table 4. The matrix of Principal Component Analysis in factor analysis

مؤلفه‌های اصلی Component Analysis			مشخصه‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ درخت و توده Measured characteristics of trees and stands
3	2	1	
-0.117	-0.096	0.910	ارتفاع درخت Tree height
-0.157	-0.169	0.897	قطر یقه Collar diameter
-0.166	-0.183	0.873	سطح مقطع در هکتار Basal area in hectare
-0.014	-0.060	0.868	قطر تاج درخت Crown diameter
-0.253	-0.358	0.595	شدت فرسایش Erosion intensity
-0.033	-0.269	0.556	بیرون‌زدگی ریشه Root exposure
-0.285	0.626	0.460	ارتفاع از سطح دریا Elevation above sea level
0.439	-0.084	0.454	مساحت تاج درخت Crown area
-0.062	0.719	0.417	جهت دامنه Geographical aspect
0.752	0.020	0.419	درصد تاج‌پوشش توده Canopy cover percentage
0.179	0.627	0.343	درصد شیب دامنه Slope percentage
-0.164	-0.196	-0.283	نسبت درختان آلوده در واحد سطح Infected/healthy tree per area
0.700	-0.097	0.153	تراکم درخت در واحد سطح (هکتار) Tree density per unit area (hectare)

*تنها درختان دارای آلودگی در این آنالیز استفاده شدند

** روش استخراج داده‌ها: تجزیهٔ مؤلفه‌های اصلی

* Only trees with infection have been used in this analysis.

** The methods of data extraction: Principal Component Analysis

جدول ۵- مقادیر ویژه، درصد واریانس تجمعی و همبستگی کانونی در توابع تشخیصی کانونی

Table 5. Eigen value, percentage of cumulative variance, and canonical correlation among canonical discriminant functions

همبستگی کانونی Canonical correlation	درصد واریانس تجمعی Cumulative variance (%)	درصد واریانس Variance (%)	مقادیر ویژه Eigen value	توابع
0.868	90.6	90.6	3.063	1
0.365	95.2	4.5	0.154	2
0.262	97.4	2.2	0.074	3
0.223	98.9	1.6	0.053	4
0.152	99.6	0.7	0.024	5
0.113	100	0.4	0.013	6

جدول ۶- ماتریس ساختاری آنالیز تشخیص
Table 6. Structural matrix of discriminant analysis

توابع تشخیصی Discriminant functions			
3	2	1	
0.102	-0.006	0.826*	شدت فرسایش Erosion intensity
-0.228	0.031	0.699*	بیرون‌زدگی ریشه Root exposure
0.141	-0.205	0.572*	قطر یقهٔ درخت Collar diameter
0.232	-0.004	0.556*	سطح مقطع در هکتار Basal area per hectare
-0.019	-0.099	0.529*	قطر تاج درخت Crown diameter
0.063	0.062	0.492*	ارتفاع درخت Tree height
0.107	0.193	0.256	مساحت تاج درخت Crown area
-0.091	0.363*	0.030	درصد شیب دامنه Slope percentage
0.000	0.273*	0.021	درصد تاج‌پوشش توده (%) Stand canopy cover
-0.593*	0.214	-0.032	تراکم درخت در واحد سطح (هکتار) Tree density per area (ha)
-0.538*	0.282	-0.033	تراکم درختان ارس در واحد سطح (هکتار) Juniper density per area (ha)
0.483*	0.220	-0.016	ارتفاع از سطح دریا Elevation above sea level
0.414*	0.002	-0.006	جهت دامنه Geographical aspect

*بیشترین همبستگی مطلق بین هر متغیر با توابع تشخیصی
*The maximum absolute correlation among each variable with discriminant functions

بحث

بررسی‌ها در منطقهٔ پژوهش نشان داد که شواهدی مبنی بر ابتلای دیگر گونه‌های درختی به‌جز گونهٔ ارس وجود ندارد که با یافته‌های Rezanejad et al. (2019) مطابقت دارد.

نتایج این تحقیق نشان داد که هر چه ارتفاع، قطر برابرسینه، حجم تاج و مساحت تاج درختان بیشتر باشد، حساسیت آنها به داروا‌ش پاکوتاه بیشتر می‌شود که علت آن را می‌توان نحوهٔ پراکنش بذر داروا‌ش پاکوتاه دانست. شواهد زیادی دربارهٔ نحوهٔ پراکنش بذر داروا‌ش نشان می‌دهد که شیوهٔ پرتاب بذر، تنها شیوهٔ تکثیری این گیاه انگلی نیست و پرندگان نیز از راه خوردن میوه‌ها و فضله‌گذاری روی درختان دیگر سبب گسترش بذر این گیاه می‌شوند (Krasylenko et al., 2017; Hosseini et al., 2008; Hawksworth & Wiens, 1998) و ازآنجا که پرندگان در پی درختانی با چشم‌انداز بهتر و میوهٔ بیشتر هستند، بذر داروا‌ش پاکوتاه را به درختان بزرگ‌تر، بلندتر و دارای تاج گسترده‌تر در مقایسه با درختان کوچک و جوان ارس انتقال می‌دهند (Kartoolinejad et al., 2008b). ضمن اینکه درختان کوچک‌تر ارس کمتر هدف بذرهای چسبناک پرتاب‌شده توسط گیاه ارس‌واش قرار می‌گیرند. تحقیق Fallahchaei et al. (2011) در زمینهٔ بررسی اثر ارس‌واش بر *Juniperus excelsa* در جنگل‌های شمال غرب ایران نشان داد که ارس‌واش به‌طور معمول به درختانی با مساحت بیشتر، تاج بزرگ‌تر و قطر و ارتفاع بیشتر هجوم می‌برد که با نتایج از این تحقیق نیز مطابقت دارد.

Krasylenko et al. (2017) در تحقیق خود در شبه‌جزیرهٔ کریمه بیان کردند که پراکنش ارس‌واش به طور غیرمستقیم متأثر از مشخصه های خاکی است؛ به‌نحوی که درختزارهای سرو کوهی موجود روی

خاک‌های آهکی، ماسه‌سنگ‌ها و کنگلومراها، بیشتر دچار این گیاه انگلی شده‌اند و برعکس درختان واقع بر خاک‌های غنی و فلات کوه‌ها، عاری از ارس‌واش بوده‌اند. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که درختان دارای آثار فرسایش شدید در زیر تاج خود، بیشتر دچار ارس‌واش شده‌اند که با نتایج تحقیق Krasylenko et al. (2017) مطابقت دارد.

نتایج تحقیق Rezanejad et al. (2019) در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ پرور نشان داد که کمترین فراوانی پایه‌های آلوده و کمترین شدت ابتلا به ارس‌واش، در طبقهٔ فوقانی ۲۷۰۰-۲۵۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا وجود دارد، اما براساس یافته‌های این تحقیق، عامل ارتفاع از سطح دریا به‌دلیل اختلاف اندک در گرادیان ارتفاعی منطقهٔ نمونه‌برداری‌شده، تأثیری در شدت ابتلا به ارس‌واش ندارد که با نتایج تحقیق Rezanejad et al. (2019) مغایرت دارد. ضمن اینکه دامنهٔ ارتفاعی منطقهٔ مورد بررسی با تحقیق مزبور متفاوت است.

Mathiasen & Blake (1994) در تحقیق خود بیان کردند که شدت ابتلای درختان ارس به ارس‌واش در دامنه‌های جنوبی از بقیهٔ جهت‌های جغرافیایی بیشتر است که دلیل آن را می‌توان گرم‌تر بودن این دامنه‌ها و در نهایت طولانی‌تر بودن طول دورهٔ رویشی نسبت داد که با یافته‌های این تحقیق مغایرت دارد.

نتایج تحقیق Abdul vahid et al. (2015) نشان داد که توسعهٔ ارس‌واش در درخت میزبان سبب ضعف فیزیولوژیکی، چندشاخگی و خشکیدگی شاخه‌ها می‌شود. ادامه این روند، درختان را در برابر حملهٔ آفات و بیماری‌ها تضعیف می‌کند و در نهایت، سبب خشک شدن کامل درخت می‌شود که با نتایج این تحقیق نیز مطابقت دارد.

تحقیقات دربارهٔ ارس‌واش نشان می‌دهد که این گیاه انگلی از قبل نیز وجود داشته، اما یکی از دلایل اصلی طغیان این گیاه انگلی دستکاری‌ها و بر هم خوردن تعادل اکولوژیکی جنگل‌های ارس است. در واقع اگر اکنون شیوع ارس‌واش سبب افزایش مرگ درختان پیر و جوان ارس در بسیاری از نقاط ایران و کشورهایی همچون پاکستان می‌شود به این دلیل است که عوامل کنترل‌گر و دشمنان طبیعی آن کاهش یافته است (Rezanejad et al., 2019). از طرفی، جمعیت دیگر گونه‌های همراه جوامع ارس که تولیدکنندهٔ بذر مغذی و جذاب برای پرندگان هستند (نظیر انواع گونه‌های آلبالو وحشی (*Prunus* spp.)، پلاخور و شیرخشت (*Cotoneaster* spp.)) در پی توسعهٔ جوامع انسانی و دامداری از بین رفته است که سبب شده پرندگان به‌ناچار از بذر داوراش‌ها تغذیه کنند و موجب توسعهٔ جمعیت آنان شوند.

در سال‌های اخیر، ادارات منابع طبیعی و آبخیزداری استان‌هایی چون سمنان، زنجان، گلستان و ... با تخصیص بودجه، اقدام به قطع شاخه‌های ارس مبتلا به ارس‌واش کرده‌اند که در برخی موارد بخش‌های زیادی از تاج درختان قطع شده یا حتی پایه‌هایی از ارس به‌طور کامل قطع شده است (شکل ۵). این شیوهٔ کنترل ارس‌واش نیز سبب از بین رفتن تقارن و شکل مخروطی تاج درخت میزبان شده است و به‌دلیل حساس شدن درختان ارس در برابر حملهٔ آفات و حشرات و شکستگی ناشی از بارش برف سنگین و وزش بادهای شدید که در مناطق کوهستانی بسیار رایج است، این راهکار اساساً نمی‌تواند شیوهٔ صحیح و اصولی برای جلوگیری از توسعهٔ ارس‌واش در مناطق دارای کانون‌های آلودگی باشد (Rezanejad et al., 2019)؛ زیرا: ۱. آسیب زیادی به درختان بذری و مادری ارس وارد می‌آورد؛ ۲. چنانکه با بررسی‌های میدانی مشخص است، کانون‌های آلودگی که با این روش مدیریت شده‌اند نتوانسته‌اند سبب از بین رفتن آلودگی حتی در همان مناطق شوند؛ زیرا مشخصاً همچنان آلودگی در درختان مجاور پایه‌های قطع و هرس شده ارس به‌وضوح مشاهده می‌شود؛ ۳. این‌گونه روش‌های کنترلی بیشتر برای درختان تندرشد و پهن‌برگ توصیه می‌شود که تاج درخت پس از مدت کوتاهی قابلیت احیا دارد، نه در مورد درختان بسیار

کندرشدی همچون ارس؛ ۴. در درختان دچار آلودگی تنه‌ای، با این روش یا باید درخت ارس به‌طور کامل قطع شود یا از اقدام صرف‌نظر شود که هر دو حالت اشتباه است. بنابراین توصیهٔ اکید می‌شود که چنین فعالیتی در همهٔ استان‌های ایران به‌طور کامل لغو شود.

در منطقهٔ پژوهش پس از مصاحبه با روستایان باتجربه و پیر مشخص شد که در گذشته، دامداران محلی پس از «قطع سرشاخه‌های ارس‌واش»، از آنها برای تغذیهٔ دام‌های خود به‌ویژه در فصولی که علوفهٔ زیادی در دسترس نبود استفاده می‌کردند. در این مورد قطع سرشاخه‌ها به‌طور مستقیم نمی‌توانست مانع از بین رفتن ارس‌واش‌ها باشد، اما به‌طور غیرمستقیم این موضوع سبب می‌شد که جمعیت پایه‌های بالغ ارس‌واش در توده‌ها کمتر شود تا درنتیجه قادر به زادآوری بی‌رویه و تولید و پراکنش انبوه بذر در هر هکتار نباشند. شایان ذکر است که یگان‌های حفاظت از اراضی جنگلی ارس اجازهٔ چنین برداشتی را از روستاییان سلب کرده‌اند که البته به بررسی‌های دقیق‌تری در این زمینه نیاز است. این اتفاق سال‌هاست که در جنگل‌های هیرکانی در مورد گونهٔ *Viscum album* L. در حال رخ دادن است، با این تفاوت که در آنجا دسترسی به داروش برای دامداران به بالا رفتن از درختانی که گاه به ارتفاع حتی ۳۰ متر می‌رسد منجر می‌شود. شایان ذکر است که هدف اصلی از این کار جلوگیری از توسعهٔ این گیاه انگلی است، نه درمان پایه‌های مبتلا و مدیریت و هدایت باید به‌گونه‌ای باشد که پایه‌های نر ارس‌واش به سن گرده‌افشانی و پایه‌های مادهٔ آن به شرایط بذردهی نرسند. ازآنجا که این گیاه انگلی دوپایه است (برخی پایه‌ها گل‌های نر و برخی دیگر گل‌های ماده دارند) و به‌ندرت این موضوع در کنترل جمعیت و روش مبارزه با آنها مدنظر قرار می‌گیرد، قطع بخش‌های هوایی این گیاه انگلی می‌تواند بدون آسیب رساندن به درخت میزبان تا چند سال از گرده‌افشانی و تولید بذر جلوگیری کند.

امروزه برخی از کشورهای پیشرفته از خواص دارویی این گیاهان انگلی برای تهیه داروهای کمیاب و ضد سرطان استفاده می‌کنند (Rezanejad et al., 2019) که این هم در صورت تحقق می‌تواند راهکاری عملی در نظر گرفته شود که در پی آن، جمعیت این گیاه نیز کنترل می‌شود. البته این موضوع نباید سبب تشویق بهره‌برداران به گسترش این گیاه انگل شود.

در نهایت توصیه می‌شود که پس از پژوهش گسترده و ثمربخش، روش‌های کنترلی که زیان کمتری برای درختان میزبان دارند به‌کار گرفته شوند؛ برای مثال یافتن دشمنان طبیعی قارچی، باکتریایی و حتی حشرات گیاهخوار که فقط به این گیاه هجوم می‌برند می‌تواند برای کنترل بیولوژیک این آفت امیدبخش باشد.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که جنسیت پایه های میزبانارس، درصد شیب و جهت دامنه اثر چندانی بر توصف شدت ابتلا به ارس‌واش نداشته است. درختان آلوده شده توسط ارس واشها از نظر آماری به طور معنی داری از میانگین ارتفاع، قطر تاج، قطر یقه، مساحت تاج بیشتری در مقایسه با درختان سالم و بدون آلودگی برخوردار بودند. شاخه‌های خشکیده نیز به‌طور معنی‌داری در درختان مبتلا بسیار رایج تر از درختان سالم بود که نشان می‌دهد تحت تأثیر هجوم ارس‌واش ایجاد شده است. براساس نتایج آنالیز تشخیص نیز شدت فرسایش در زیر تاج پوشش، بیرون زدگی ریشه، قطر یقه، سطح مقطع درختان در هکتار، قطر تاج و ارتفاع درختان ارس مهم‌ترین عوامل توصیف شدت ابتلا به ارس‌واش تشخیص داده شدند. به طور کلی درختان بزرگ‌تر و به‌عبارتی مسن‌تر، بیشتر در معرض ابتلا به گیاه انگلی ارس‌واش قرار دارند. درختان ارسی که مقادیر بیشتری از بیرون‌زدگی ریشه‌ها و فرسایش خاک در سطح زیرین تاج‌پوشش خود دارند (دو فاکتوری که تحت تاثیر چرای دام قرار دارد)، شدت تهاجم بیشتری از این گیاه انگلی را نیز نشان می‌دهند و این موضوع اثر مضاعف تنش چرای دام بر درختان مبتلا را تأیید می‌کند.

شکل ۵- از بالا و سمت راست: الف) درخت ارس دارای آلودگی تنه‌ای؛ ب) درختان قطور ارس دارای بیرون‌زدگی شدید ریشه در سطح زیر تاج؛ پ) قابلیت تغذیهٔ دام از گیاه انگلی ارس‌واش؛ ت) کپه‌های بزرگ ارس‌واش؛ ث) عملیات هرس درختان آلوده به ارس‌واش در منطقهٔ تاش و مجن؛ ج) درختان خشکیده در اثر ابتلای شدید به ارس‌واش در منطقهٔ پرور (عکس از ذبیح‌الله فدایی، ۱۳۹۸ و علیرضا رضانژاد، ۱۳۹۷)

Figure 5. From the top and right side: 1- juniper tree with stem infestation, 2- thick juniper with severe root exposure under the tree crown, 3- ability to feed livestock from the aerial parts of juniper dwarf mistletoe, 4- large clumps of juniper dwarf mistletoe, 5 - Pruning operations of infected junipers in Tash and Majen region, 6- Dried trees due to severe infestation to juniper dwarf mistletoe in Parvar region (photoes by Zabihollah Fadaei, 2018 and Alireza Rezanejad, 2017)

References

Abdul vahid, H., Barozai, M., & Din, M. (2015). Dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri*) and damage caused by dwarf mistletoe to family Cupressaceae. Review Article. *Pure and Applied Biology, 4*(1), 15-23. http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2015.41003

Ali Ahmad Korori, S., Khoshnevis, M., & Matinizadeh, M. (2011). Comprehensive studies of *Juniperus* species in Iran. Pooneh Publication, Tehran, 560p. (In Persian)

Azarkhavarani, S.F., Rahimi, M., Tarkesh, M., & Ravanbakhsh, H. (2017). Prediction of Juniperus excelsa M. Bieb. geographical distribution using by climate data under the conditions of current and future in Semnan Province. *Iranian Journal of Forest, 9*(2), 233-248. (In Persian)

Fallahchaei, M.M., Torabian, Y., Maani, M., & Ahmadi, F. (2011). The effect of infection of *Arceuthobium oxycedri* on *Juniperus excelsa* species in North West forests of Iran. *Plant Protection Journal, 3*(3), 235-246. (In Persian)

Ghorbanli, M., Sateyi, A., & Kaboli Qarehtapeh, H. (2012). Effect of two species of mistletoe (*Viscum album* L. & *Arceuthobium oxycedri* (D.C.) M. Bieb.) on activity of antioxidant enzyme of infected host species in Gorgan forests. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28*(2), 370-383 (In Persian).DOI: 10.22092/IJMAPR.2012.3054

Hawksworth, F.G., & Wiens, D. (1998). Dwarf mistletoes: biology, pathology, and systematics. DIANE Publishing, 410 pp.

Hosseini, S.M., Kartoolinejad, D., Mirnia, S.K., Tabibzadeh, Z., Akbarinia, M., & Shayanmehr, F. (2008). The European mistletoe effects on leaves and nutritional elements of two host species in Hyrcanian forests. *Silva Lusitana, 16*(2), 229-237.

Karimian, A.A. (2003). Comprehensive management and sustainable development based on land use (case study of Tash-Majn Shahroud watershed). *Iranian Journal of Range and Desert Research (IJRDR), 9*(4), 259-273. (In Persian)

Kartoolinejad, D., & Moshki, A. (2014). Changes in *Juniperus polycarpos* community in response to physiographical factors (Hezarmasjed Mountain, Iran). *Austrian Journal of Forest Science, 131*(4), 215-231.

Kartoolinejad, D., Hosseini, S.M., Mirnia, S.K., Akbarinia, M., & Shayanmehr, F. (2007). The relationship among infection intensity of *Viscum album* with some ecological parameters of host trees. *International Journal of Environmental Research, 1*(2), 143-149. DOI: 10.22059/IJER.2010.120

Kartoolinejad, D., Hosseini, S.M., & Mirnia, S. (2008a). Introduction of two methods for determining mistletoe infection intensity and their comparison in Noor Forest Park. *Journal of Environmental Studies, 34*(46), 57-64. (In Persian) DOI: 20.1001.1.10258620.1387.34.46.6.1

Kartoolinejad, D., Hosseini, S.M., Mirnia, S., & Shayanmehr, F. (2008b). The effect of mistletoe (*Viscum album* L.) on four nutrient elements Mg, Zn, Mn, Na and leaf area and weight of host trees in Hyrcanian forests. *Pajouhesh VA Sazandegi, 20*(4), 47-52. (In Persian)

Korori, S.A.A., Khoshneviss, M., & Matinizadeh, M. (2011). Comprehensive Studies of Juniperus Species in Iran. Pooneh Publication, Tehran, 560p. (In Persian)

Krasylenko, Y.A., Janošíková, K., & Kukushkin, O.V. (2017). Juniper dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri*) in the Crimean Peninsula: novel insights into its morphology, hosts, and distribution. *Botany, 95*(9), 897-911. https://doi.org/10.1139/cjb-2016-0289

Livingston, R.B. (1972). Influence of birds, stone and soil on the establishment of pasture juniper, Juniper communis and red cedar and *J. virginiana* in New England pastures. *Ecology, 53*(6), 1141-1147.

Marvie Mohadjer, M.R. (2005). Silviculture, University of Tehran Press, Tehran. (In Persian)

Mathiasen, R.L., & Blake, E.A. (1994). Relationships between dwarf mistletoes and habitat types in western coniferous forests. In: Biology of dwarf mistletoes: Proceedings of the Symposium, USDA Forest Service. *General Technical Reports*,111-116.

Mohammadnejad Kiasari, SH., Safaee, M., Nourozi, SH., Ahmadian, H., & Mataji, A. (2009). The Evaluation of Protection along with Water Spreading Operations on The Quantitative Improvement of Greek Juniper Seedlings (*Juniper excelsa* Bieb.) (Case study: Mazandaran – Poshtkoh Watershed). *Journal of Hydrology and soil Science*, *13*(48), 415-425. (In Persian) http://jcpp.iut.ac.ir/article-1-1016-en.html

Mozaffarian, V. (2005). Trees and Shrubs of Iran. Farhang Moaser, Tehran 1082p. (In Persian)

Maghsoudloonezhad, M., Shataee, S.H., Habashi, H., & Babanezhad, M. (2013). Spatial and statistical analysis of quantitative characteristics of *Juniperus* stands in Chahar-bagh of Gorgan regarding to topographic and soil features. *Iranian Journal of Forest*, *5*(2), 195-206. (In Persian)

Ravanbakhsh, H., Hamzeh'ee, B., Etemad, V., Marvie Mohadjer, M.R., & Assadi, M. (2016). Phytosociology of *Juniperus excelsa* M. Bieb. forests in Alborz Mountain range in the north of Iran. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, *150*(5), 987-1000. (In Persian) https://doi.org/10.1080/11263504.2014.1000420

Ravanbakhsh, H., Marvie Mohadjer, M.R., Assadi, M., Zobeiri, M., & Etemad, V. (2013). A Classification of *Juniperus excelsa* M.Bieb. Communities and Analysis of Vegetation in Relation to Environmental Variables (Case Study: Some Parts of Alborz Mountains, Iran). *Journal of Forest and Wood Product (Iranian Journal of Natural Recources)*, *66*(3), 277-292. (In Persian) DOI: 10.22059/JFWP.2013.36113

Rezanejad, A., Ravanbakhsh, H., & Kartoolinejad, D. (2019). Relationship between abundance/infection intensity of dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri* (DC.) M. Bieb.) and qualitative and quantitative characteristics of the host tree, physiographic conditions, and soil erosion. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, *27*(1), 64-76. (In Persian) DOI: 10.22092/IJFPR.2019.119182

Sabeti, H. (1976). Forests, Trees and Shrubs of Iran. Ministry of Agriculture and Natural Resources, Tehran, 810p. (In Persian)

Sadeghi, S.M.M., Alijani, V., Namiranian, M., & Mohamadizadeh, M. (2016). Structural characteristics of Juniperus excelsa in the mountainous forests of Alborz south facing slope (case study: Atashgah, Karaj). *Iranian Journal of Forest*, *8*(1), 35-39. (In Persian)

Sarangzai, A.M., Ahmed, M., Ahmed, A., Leghari, S.K., & Jan, S.U. (2012). Juniper Forests of Baluchistan: A Brief Review. *FUUAST Journal of Biology*, *2*(1), 71-79.

Watson, D.M. (2001). Mistletoe –A Key Stone Resource in Forests and Woodlands Worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *323*, 219-249. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114024

Iranian Journal of Forest
Vol. 15, No. 4, Winter 2024
pp. 497-514

DOI: 10.22034/ijf.2023.363540.1894

Research Article

Infection of juniper trees (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) to juniper dwarf mistletoe (*Arceuthobium oxycedri* (D.C.) M. Bieb) in forests of Miankouh Tash protected area, Shahroud

D. Kartoolinejad[1*], H. Ravanbakhsh[2], Z. Fadaei[3], A.R. Moshki[3], and E. Nikouee[4]

[1] Assistant Prof., Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
[2] Assistant Prof., Research Institute of Forest and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
[3] M.Sc. Graduate Student of Forest Biology, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
[4] Ph.D. Student of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. Iran.

(Received: 09 October 2022; Accepted: 31 May 2023)

Abstract

Introduction and Objective: Juniper stands, renowned for their ecological role, are facing a recent threat from the proliferation of a parasitic plant known as the juniper dwarf mistletoe, scientifically named *Arceuthobium oxycedri*. The primary objective of this study is to assess the extent of this disease among juniper trees in the Miankoh Tash region.

Materials and Methods: A 250×250-meter grid was systematically established, comprising 65 square-shaped sample plots, each measuring 20×20 meters. Within each sample plot, various quantitative characteristics of juniper trees, such as tree height, crown diameter, collar diameter, canopy coverage percentage, and the presence of branch dieback, were meticulously measured. Furthermore, habitat factors, including elevation, slope, geographical direction, soil erosion status beneath the juniper crown (classified into four categories), and tree root exposure (classified into three categories), were meticulously documented. The collected data underwent analysis utilizing both univariate and discriminant analysis techniques.

Results: Our results suggest that the gender of the host individuals, slope percentage, and geographical direction had no significant impact on the severity of infection. However, infected host trees displayed higher average values in tree height (5 meters), crown diameter (3.7 meters), collar diameter (54.7 cm), and crown area (12.8 square meters) compared to healthy junipers (3.1 m, 2.1 m, 24.1 cm, and 4.1 m², respectively). Moreover, the frequency of branch dieback, a common symptom of dwarf mistletoe invasion, was notably higher in infected trees. Discriminant analysis identified several key indicators of juniper dwarf mistletoe severity, including the severity of erosion under the canopy, root exposure, collar diameter of trees, collar diameter of trees per hectare, crown diameter, and tree height.

Conclusion: The study concludes that larger, and thus older, trees are more susceptible to juniper dwarf mistletoe infection. Additionally, juniper trees with increased root exposure and soil erosion on their canopy surface, indicative of livestock overgrazing, exhibit a heightened susceptibility to parasitic plant invasion. This underscores the compounding effects of livestock grazing pressure on host trees. Therefore, prioritizing non-destructive methods to control juniper dwarf mistletoe, particularly in areas with old and large juniper trees, is recommended.

Keywords: Dwarf mistletoe, forest conservation, hemiparasite, infection severity, host tree.

* Corresponding author Tel: +982331535560 Email: kartooli58@semnan.ac.ir