

Research Article

Analysis of relationship between characteristics of Shisham trees (*Dalbergia sissoo* Roxb.) and dieback in a protected stand, Deyoni region of Dezful County, Iran

Sajad Alimahmoodi Sarab ^{1*}, Mahmood Najafi Zilaie ², Mehri Dinarvand ³, Seyed Hossein Arami ¹ and Fatemeh Alidadi ⁴

- 1* - Corresponding author, Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran. E-mail: sajadali9@yahoo.com
2- Research Expert, Forests and Rangelands Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
3- Associate Prof., Forests and Rangelands Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz, Iran
4- Expert, General Directorate of Natural Resources and Watershed Management of Khuzestan province, Ahvaz, Iran

Received: 14.12.2024

Revised: 05.02.2025

Accepted: 06.02.2025

Abstract

Background and Objectives: The Shisham tree (*Dalbergia sissoo* Roxb.) is a significant species in the Leguminosae family and Fabaceae subfamily. It is native to regions including Nepal, India, Afghanistan, and Iran. In Iran, it occurs in limited numbers in Khuzestan, Kerman, Sistan and Baluchestan, Bushehr, and Hormozgan provinces. Classified as deciduous, Shisham faces major challenges in dry and semi-dry natural forests, particularly tree dieback due to damaging factors and ecological vulnerabilities. This study investigates the relationship between Shisham tree characteristics and dieback occurrence in the Deyoni region of Dezful County, Iran.

Methodology: This study measured quantitative characteristics of Shisham trees with diameters greater than 7.5 cm, including collar diameter, diameter at breast height, clear stem height, total height, crown area, and crown height. Tree vitality was categorized as healthy or exhibiting dieback. Data normality was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. Spearman and Pearson correlation tests examined relationships between variables, while one-way ANOVA and the Mann-Whitney test analyzed differences between independent and dependent variables.

Results: Average values were 18.6 cm for collar diameter, 14.26 cm for diameter at breast height, 5.82 m for total height, 6.23 m² for crown area, 2.11 m for clear stem height, and 3.7 m for crown height. The Kolmogorov-Smirnov test showed non-normal distributions for collar diameter, diameter at breast height, total height, crown area, and clear stem height, while crown height followed a normal distribution. Spearman correlation revealed a strong relationship between clear stem height and dieback (coefficient = 0.76). No significant relationships emerged between collar diameter, diameter at breast height, or crown height and dieback categories. The Mann-Whitney test confirmed significant differences in clear stem height between healthy and dieback-affected trees. Notably, only clear stem height showed a strong, significant correlation with dieback (0.76), while coefficients for other variables were below 0.5. These results indicate that trees with taller

clear stems are more prone to dieback.

Conclusion: The research shows that Shisham trees with greater clear stem height are more susceptible to dieback, influenced by environmental factors like solar radiation and temperature. Trees with smaller crowns exhibit greater drought resistance due to lower water needs. Crown volume and height have minimal impact on dieback, possibly linked to ecological conditions or species traits. These findings improve understanding of Shisham adaptability to environmental stresses and guide water resource management in natural ecosystems. Given the species' importance and extinction risk in Khuzestan Province, further research is needed to identify and manage factors affecting tree health and survival.

Keywords: Dezful, Dieback, Shisham, tree biometric.

تحلیل ارتباط ویژگی‌های درختان توده حفاظت‌شده شیشم (*Dalbergia sissoo* Roxb.) با پدیده سرخشیدگی در منطقه دیونی در شهرستان دزفول

سجاد عالی محمودی سراب^{۱*}، محمود نجفی زیلایی^۲، مهری دیناروند^۳، سید حسین آرامی^۱ و فاطمه علیدادی^۵

۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران. پست الکترونیک: sajadali9@yahoo.com

۲- کارشناس پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳- دانشیار، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۴- کارشناس جنگل و مرتع، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۸

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۱۱/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۴

چکیده

سابقه و هدف: درخت شیشم (*Dalbergia sissoo* Roxb.) به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم خانواده Leguminosae و زیرخانواده Fabaceae، بومی نواحی مختلفی از جمله نپال، هند، افغانستان و ایران است. در ایران، این گونه به‌طور محدود در استان‌های خوزستان، کرمان، سیستان و بلوچستان، بوشهر و هرمزگان حضور دارد. درخت شیشم به‌عنوان یک گونه خزان‌کننده شناخته می‌شود. یکی از مشکلات اساسی جنگل‌های طبیعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، پدیده سرخشیدگی درختان است که به‌علت عوامل آسیب‌رسان و ضعف بوم‌شناختی درختان رخ می‌دهد. این پژوهش با هدف بررسی ارتباط بین ویژگی‌های درختان شیشم و پدیده سرخشیدگی در منطقه دیونی در شهرستان دزفول انجام شده است.

مواد و روش‌ها: ویژگی‌های کمی درختان شیشم با قطر برابر سینه بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر شامل قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع تنه خالص، ارتفاع کل، مساحت تاج و ارتفاع تاج اندازه‌گیری شد. همچنین، درجه شادابی درختان در دو طبقه سالم و دارای سرخشیدگی ثبت شد. از آزمون کولموگروف-سمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و آزمون‌های همبستگی اسپیرمن و پیرسون برای بررسی ارتباط بین متغیرها استفاده شد. همچنین، از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون من-ویتنی برای تحلیل ارتباطات بین متغیرهای مستقل و وابسته بهره گرفته شد.

نتایج: براساس نتایج به‌دست‌آمده، متوسط قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع کل، مساحت تاج، ارتفاع تنه خالص و ارتفاع تاج به‌ترتیب برابر با ۱۸/۶ سانتی‌متر، ۱۴/۲۶ سانتی‌متر، ۵/۸۲ متر، ۶/۲۳ متر مربع، ۲/۱۱ متر و ۳/۷ متر بودند. همچنین، نتایج آزمون کولموگروف-سمیرنوف نشان داد که داده‌های مربوط به متغیرهای قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، مساحت تاج و ارتفاع تنه خالص از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند. در مقابل، توزیع داده‌های ارتفاع تاج درختان، نرمال ارزیابی شد. تحلیل همبستگی اسپیرمن نشان داد که فقط ارتفاع تنه خالص دارای همبستگی قوی با پدیده سرخشیدگی بود (ضریب همبستگی ۰/۷۶). همچنین، بین متغیرهای قطر یقه و قطر برابر سینه با طبقه‌های سرخشیدگی، ارتباط معناداری مشاهده نشد. نتایج آزمون ANOVA نیز نشان‌دهنده عدم وجود ارتباط معنی‌دار بین ارتفاع تاج و پدیده سرخشیدگی بود. آزمون من-ویتنی نشان داد که بین میانگین ارتفاع تنه خالص و سرخشیدگی درختان، تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد. همچنین، فقط ارتفاع تنه خالص با سرخشیدگی، همبستگی قوی و معنادار (ضریب همبستگی ۰/۷۶) داشت، درحالی‌که ضریب‌های معنی‌داری برای متغیرهای دیگر، کمتر از ۰/۵ بود. این نتایج نشان می‌دهد که احتمال بروز سرخشیدگی

در درختان با تنه خالص بلندتر افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی: به‌طور کلی، درختان شیشم با ارتفاع تنه بیشتر، احتمال بیشتری برای ابتلا به پدیده سرخشکیدگی دارند. این موضوع به تأثیر عوامل محیطی مانند تابش‌های خورشیدی و دما مرتبط است. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که با افزایش ارتفاع تنه خالص، احتمال سرخشکیدگی افزایش می‌یابد. تأثیر حجم و ارتفاع تاج بر سرخشکیدگی ناچیز است. این نتیجه ممکن است به شرایط بوم‌شناختی یا نوع گونه مرتبط باشد. این یافته‌ها می‌توانند به درک بهتر سازگاری درختان شیشم با شرایط محیطی و مدیریت بهینه منابع آبی در بوم‌سازگان‌های طبیعی کمک کنند. با توجه به اهمیت این گونه و خطر انقراض آن در استان خوزستان، نیاز به پژوهش‌های بیشتر برای شناسایی و مدیریت بهتر عوامل مؤثر بر سلامت و بقای این گونه ضروری است.

واژه‌های کلیدی: سرخشکیدگی، شیشم، دزفول، زیست‌سنجی درخت.

مقدمه

شیشم، با نام علمی *Dalbergia sissoo* Roxb. یکی از گونه‌های مهم خانواده Leguminosae و زیرخانواده Fabaceae به‌شمار می‌رود. این درخت، بومی کشورهای نپال، هند، افغانستان، بوتان (N.A.S, 1979; Sabeti, 1994) و نیز عراق و مالزی (Grienson & Long, 1987; Nasir & Ali, 1977) است. در ایران، این گونه به‌طور محدود در استان‌های خوزستان، کرمان، سیستان و بلوچستان، بوشهر و هرمزگان رشد می‌کند (Sabeti, 1994; Mozaffarian, 2005; Erfanifard et al., 2016).

ارتفاع درخت شیشم بین ۱۵ تا ۳۵ متر متغیر است و به‌عنوان یک گونه خزان‌کننده شناخته می‌شود (Browne, 1968). قطر برابر سینه این درخت حداکثر به ۲ تا ۳ متر (Javaid et al., 2004; Bhattacharya et al., 2014;) (Abdullah & Rafay, 2021) می‌رسد، اما در برخی منابع، بیشینه قطر برابر سینه تا ۸۰ سانتی‌متر گزارش شده است (Naqvi et al., 2019). این گونه در ارتفاعی بین ۷۲ متر تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا در کشور نپال رشد می‌کند (Shah et al., 2021). در استان خوزستان، شیشم در شهرستان‌های دزفول (منطقه دیونی و حاشیه رودخانه‌ها)، اهواز (مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان به‌صورت دست‌کاشت) و ایزه (منطقه سوسن، براساس مشاهدات نویسنده‌گان) حضور دارد.

یکی از مهم‌ترین مشکلات اساسی جنگل‌های طبیعی در

مناطق خشک و نیمه‌خشک، پدیده سرخشکیدگی درختان است. در بروز این پدیده، عوامل مختلفی نقش دارند (Molae et al., 2023). این پدیده اغلب ناشی از واکنش درختان به عوامل آسیب‌رسانی است که سبب ضعف بوم‌شناختی آن‌ها شده است و در نهایت، به مرگ تدریجی درختان منجر می‌شود (Jurskis, 2004). در سال‌های اخیر، درختان مختلفی در بوم‌سازگان‌های طبیعی داخل و خارج از ایران به این پدیده مبتلا شده‌اند. در همین راستا، پژوهش‌های متعددی در زمینه تأثیر عوامل میکروبی، قارچی و بیماری‌ها بر خشکیدگی درختان شیشم انجام شده است (Javaid et al., 2008; Shah et al., 2021). بررسی تأثیر عوامل محیطی بر سرخشکیدگی درختان (Barazmand et al., 2013) و تحلیل روابط بین پدیده سرخشکیدگی و ویژگی‌های کمی و کیفی درختان گونه‌های مختلف، از جمله بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl. Hosseini et al., 2012; Hosseinzadeh & Najafifar, 2015; Pourhashemi, 2016; Dezfoli et al., 2019; Karamian & Mirzaei, 2020; Hosseini et al., 2024)، کیکم (*Acer monspessulanum* L. Irandoost et al., 2018) و حرا (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) (Farashi et al., 2024) انجام شده است.

بررسی سرخشکیدگی درختان شیشم در کشور پاکستان نشان داد که بیشینه مرگ‌ومیر و شیوع سرخشکیدگی این درختان در نزدیکی کانال‌ها، جاده‌ها و بزرگ‌راه‌ها مشاهده

بیماری‌های درخت شیشم و سرخشکیدگی درختان در شبه‌قاره هند بیان کردند که اسپورهای قارچ به کمک حشرات به درختان سالم منتقل و سبب بروز بیماری می‌شوند. Hosseinzadeh و Najafifar (۲۰۱۶) به بررسی رابطه بین قطر و ارتفاع درختان با توزیع سرخشکیدگی در جنگل‌های بلوط زاگرسی در جنگل مله‌سیاه استان ایلام پرداختند. در این پژوهش که از روش نمونه‌برداری ترانسکت تصادفی استفاده شده بود، در طول هر ترانسکت، سه قطعه نمونه ۲۵ آری پیاده و اطلاعات مربوط به قطر و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شد. براساس نتایج گزارش شده، درصد سرخشکیدگی تاجی درختان در طبقه‌های قطری و ارتفاع بزرگ‌تر افزایش یافت، اما هیچ تفاوت معنی‌داری بین طبقه‌های مختلف مشاهده نشد. Dezfoli و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی ارتباط بین ویژگی‌های درختان، توده جنگلی و فیزیوگرافی با میزان سرخشکیدگی بلوط ایرانی در منطقه مله‌شبانان از توابع استان لرستان پرداختند. در این پژوهش از شبکه منظم تصادفی با ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر مربع و قطعه‌نمونه‌های دایره‌ای شکل با مساحت ۱۵ آر استفاده شده بود. مشخصه‌های درختان شامل قطر برابر سینه، سطح و تراکم تاج، ارتفاع درخت، تعداد جست در هر جست‌گروه، فرم رویشی، موقعیت درختان و درصد سرخشکیدگی اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد که میزان سرخشکیدگی با فرم درخت، ارتفاع درخت و تراکم توده ارتباط معنی‌داری دارد، درحالی‌که ارتباط بین سرخشکیدگی با قطر برابر سینه، تعداد جست و سطح تاج معنی‌دار نبود.

به‌طور کلی، شیشم به‌عنوان یکی از گونه‌های در خطر انقراض در استان خوزستان شناخته می‌شود (Hosini, 1997; Mohammadzade et al., 2017). هرچند پژوهش‌های متعددی در زمینه بررسی ارتباط بین پدیده سرخشکیدگی درختان و متغیرهای مربوط به آن‌ها انجام شده است، اما بررسی‌های صورت گرفته در مورد درختان شیشم به‌مراتب کمتر بوده است و بیشتر این پژوهش‌ها بر تأثیر عوامل قارچی و محیطی بر سرخشکیدگی این درختان متمرکز بوده است. با وجود پژوهش‌های متعدد در ارتباط با رابطه بین پدیده سرخشکیدگی و ویژگی‌های درختان گونه‌های مختلف،

می‌شود، درحالی‌که کمترین میزان این پدیده در مناطق کشاورزی و مدیریت شده ثبت شد (Javaid, 2008). در مطالعه‌ای دیگر در پاکستان، بررسی ارتباط بین متغیرهای آب و هوایی و بیماری سرخشکیدگی درختان شیشم نشان داد که رطوبت نسبی دارای همبستگی منفی و قابل ملاحظه‌ای با سرعت گسترش بیماری است ($R^2 = -0.97$) (Ahmad et al., 2016). Hosseini و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تأثیر ویژگی‌های درخت و توده جنگلی بر میزان سرخشکیدگی درختان بلوط در جنگل‌های زاگرس میانی (منطقه شلم، شمال استان ایلام) پرداختند. در پژوهش مذکور، از روش ترانسکت برای نمونه‌برداری استفاده شد و ویژگی‌های مختلف تک‌درختان از جمله منشأ، طول تاج، قطر بزرگ و کوچک تاج و درصد سرخشکیدگی اندازه‌گیری شد. نتایج آن‌ها نشان داد که تک‌درختان دارای سلامت تاجی بیشتری بودند و درختان دانه‌زاد به‌طور کلی سلامت تاجی بهتری نسبت به جست‌گروه‌ها داشتند. همچنین، واکنش درختان به سرخشکیدگی به‌طور معنی‌داری به موقعیت قرارگیری آن‌ها در توده وابسته بود.

بررسی وضعیت تاج درختان بلوط ایرانی در جنگل مله‌سیاه ایلام و نشانه‌های خشکیدگی آن‌ها نشان داد که حدود ۵۷ درصد از درختان دانه‌زاد بلوط دچار زوال هستند (Hosseinzadeh & Pourhashemi, 2015). ارتباط معناداری بین میزان خشکیدگی و نسبت تاج درختان وجود نداشت، اما رابطه قوی‌تری با شاخص‌های مختلف تاج مانند سطح، تراکم، طول و حجم تاج مشاهده شد. به‌ویژه، تاج‌های بزرگ‌تر، آسیب بیشتری را نشان دادند و تراکم تاج، بیشترین ارتباط را با میزان خشکیدگی داشت. درنهایت، تنگی تاج به‌عنوان یک شاخص مناسب برای شناسایی احتمال زوال درختان بلوط و مبنایی برای پژوهش‌های آینده در مدیریت و حفاظت از جنگل‌های بلوط پیشنهاد شد. بررسی ارتباط سرخشکیدگی درختان شیشم با سن آن‌ها و عوامل محیطی بیانگر سن درخت به‌عنوان مهم‌ترین عامل بود، درحالی‌که عوامل محیطی از جمله رطوبت نسبی، تأثیر ناچیزی داشتند (Ahmad et al., 2019). Naqvi و همکاران (۲۰۱۹) درباره

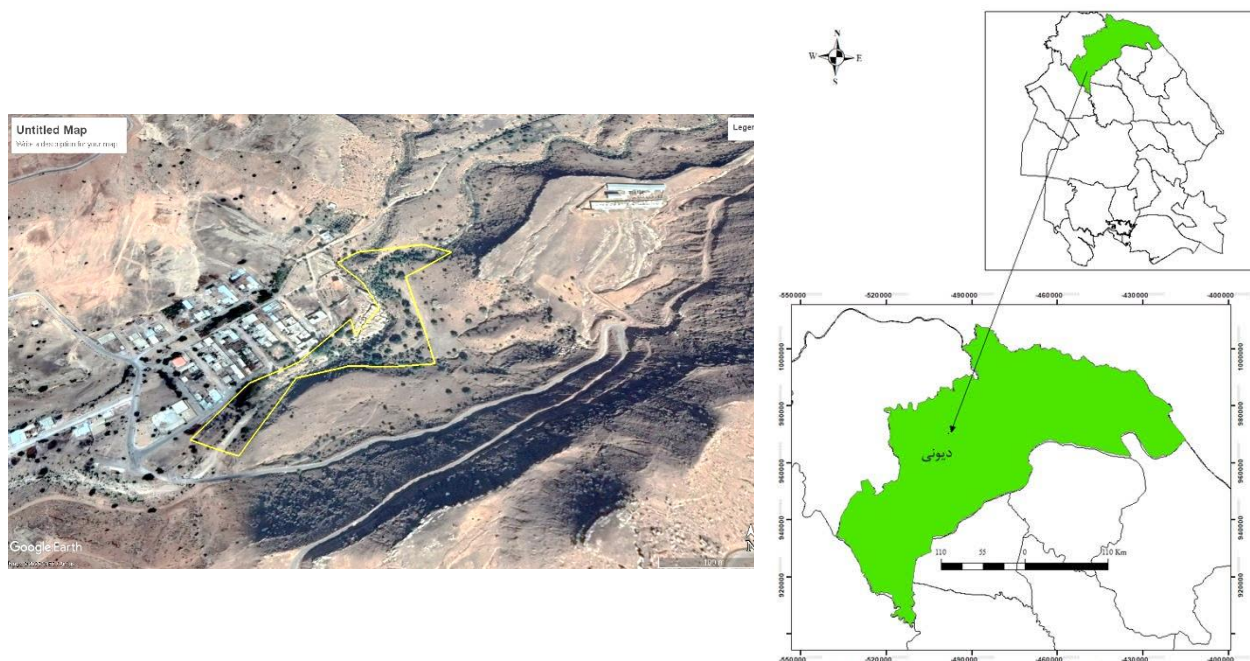
به نام دیونی از توابع استان خوزستان واقع شده است. این منطقه در محدوده طول جغرافیایی ۲۸۱۹۵۶ تا ۲۸۲۷۹۸ و عرض جغرافیایی ۳۶۱۲۲۰۰ تا ۳۶۱۱۳۰۲ قرار دارد (شکل ۱). براساس آمارهای هواشناسی، نزدیک‌ترین ایستگاه به این منطقه، ایستگاه سینوپتیک صفی‌آباد در شهرستان دزفول است. متوسط بارندگی سالانه در این ایستگاه برابر با ۳۲۱ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۴/۲ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. همچنین، طبق نمودار آمبروترمیک، طول دوره خشکی در این منطقه حدود ۷ ماه برآورد می‌شود (شکل ۲). براساس فرمول دومارتن، اقلیم این منطقه نیمه‌خشک است.

ازجمله بلوط ایرانی، هنوز پژوهشی که به شناسایی روابط بین سرخشکیدگی و ویژگی‌های درختان شیشم پرداخته باشد، مشاهده نشده است. ازاین‌رو، بررسی ارتباط بین مشخصه‌های درختان شیشم و پدیده سرخشکیدگی که متأسفانه برخی از درختان توده طبیعی در منطقه دیونی در شهرستان دزفول را تحت تأثیر قرار داده است، امری ضروری به‌نظر می‌رسد و یکی از اهداف اصلی پژوهش پیش‌رو به‌شمار می‌رود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

ذخیره‌گاه شیشم در شمال شهرستان سردشت، در ناحیه‌ای



شکل ۱- نقشه موقعیت ذخیره‌گاه شیشم در استان خوزستان، واقع در منطقه دیونی از توابع شهرستان دزفول

Figure 1. Map of the Shisham reserve location in Khuzestan Province, situated in the Deyoni region of Dezful County, Iran

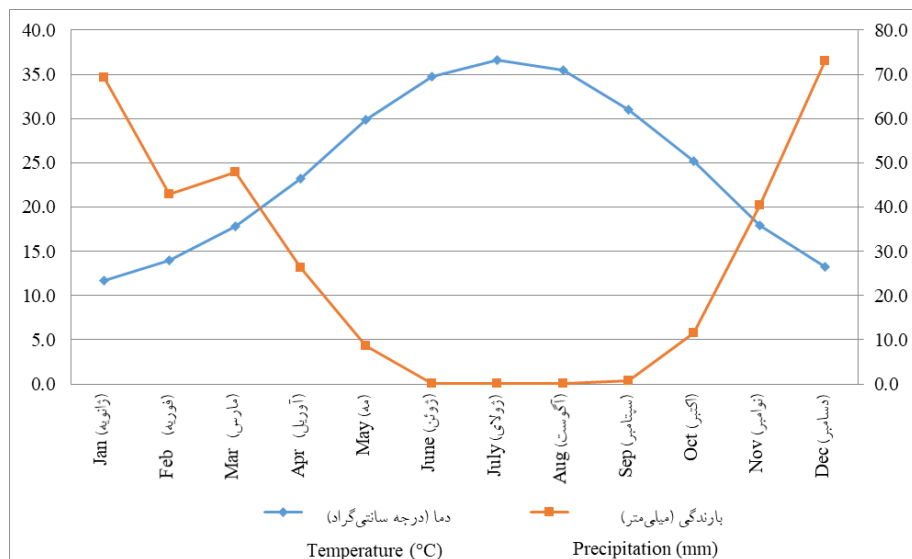
روش پژوهش

هدف از این پژوهش، تعیین ارتباط بین ویژگی‌های درختان و پدیده سرخشکیدگی در توده طبیعی شیشم در منطقه دیونی از توابع شهرستان دزفول بود. برای دستیابی به این هدف، ابتدا منطقه مورد مطالعه به‌طور دقیق مشخص شد.

سیس، با انجام آماربرداری صددرصد از همه درختان در دسترس، ویژگی‌های کمی درختان با قطر بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر (Sheykholeslami et al., 2011; Alemi et al., 2020) شامل قطر یقه، قطر برابرسینه، ارتفاع تنه خالص، ارتفاع کل درخت، مساحت تاج و ارتفاع تاج درختان

درختانی که شدت خشکیدگی تاج آن‌ها ملموس بود) ثبت شد. برای اندازه‌گیری قطر یقه و قطر برابرسینه درختان از دستگاه کالیبر و برای اندازه‌گیری ارتفاع درختان، به‌منظور دقت بیشتر، از ژالون مدرج استفاده شد (شکل ۳).

اندازه‌گیری شد. گفتنی است که ارتفاع تنه خالص به‌طور معمول از سطح زمین تا نقطه‌ای که نخستین شاخه‌ها آغاز به رشد کرده‌اند، اطلاق می‌شود (Ginwal et al., 2004). همچنین، درجه شادابی درختان در دو طبقه شادابی سالم و دارای سرخشکیدگی (درختان دارای شاخه اصلی خشکیده یا



شکل ۲- نمودار آمبروترمیک ایستگاه صفی آباد در شهرستان دزفول
Figure 2. Ombrothermic diagram of the Safi Abad station in Dezful County



شکل ۳- نمایی از رویشگاه شیشم در منطقه دیونی در شهرستان دزفول
Figure 3. View of the Shisham habitat in the Deyoni region of Dezful County, Iran

خشکیدگی از آزمون کولموگروف-سمیرنوف استفاده شد. برای بررسی ارتباط بین داده‌های متغیرهایی که توزیع نرمال نداشتند، از ضریب همبستگی اسپیرمن و برای متغیرهای دارای

برای دستیابی به اهداف پژوهش، ابتدا داده‌ها از نظر وجود داده‌های پرت و نرمال بودن متغیر وابسته بررسی شدند. به‌منظور تحلیل توزیع داده‌ها در گروه‌های سالم و دارای

ارتفاع برابر سینه، ارتفاع کل درخت، مساحت تاج، ارتفاع تنه خالص و ارتفاع تاج درختان اندازه‌گیری شده به ترتیب برابر با ۱۸/۶ سانتی‌متر، ۱۴/۲۶ سانتی‌متر، ۵/۸۲ متر، ۶/۲۳ متر مربع، ۲/۱۱ متر و ۳/۷ متر بودند. بیشینه قطر یقه و قطر برابر سینه درختان مشاهده شده در عرصه به ترتیب برابر با ۳۶ و ۲۸ سانتی‌متر و بیشترین ارتفاع درختان برابر با ۸/۹ متر به دست آمد. بیشینه و کمینه ارتفاع تنه خالص به ترتیب برابر با ۰/۶ و ۳/۳۹ متر بود (جدول ۱).

توزیع نرمال از آزمون پیرسون بهره گرفته شد. در ادامه، برای تعیین ارتباط بین متغیرهای مستقل و طبقه‌های متغیر وابسته، از تجزیه واریانس یک‌طرفه برای متغیرهای دارای توزیع نرمال و از آزمون من-ویتنی برای متغیرهای با توزیع غیرنرمال استفاده شد. نرم‌افزار IBM SPSS Statistics 27 به منظور تحلیل داده‌های این پژوهش به کار گرفته شد.

نتایج

بررسی اولیه داده‌ها نشان داد که متوسط قطر یقه، قطر در

جدول ۱- آمار و اطلاعات توصیفی متغیرهای کمی درختان شیشم

Table 1. Descriptive statistics of quantitative variables of Shisham trees

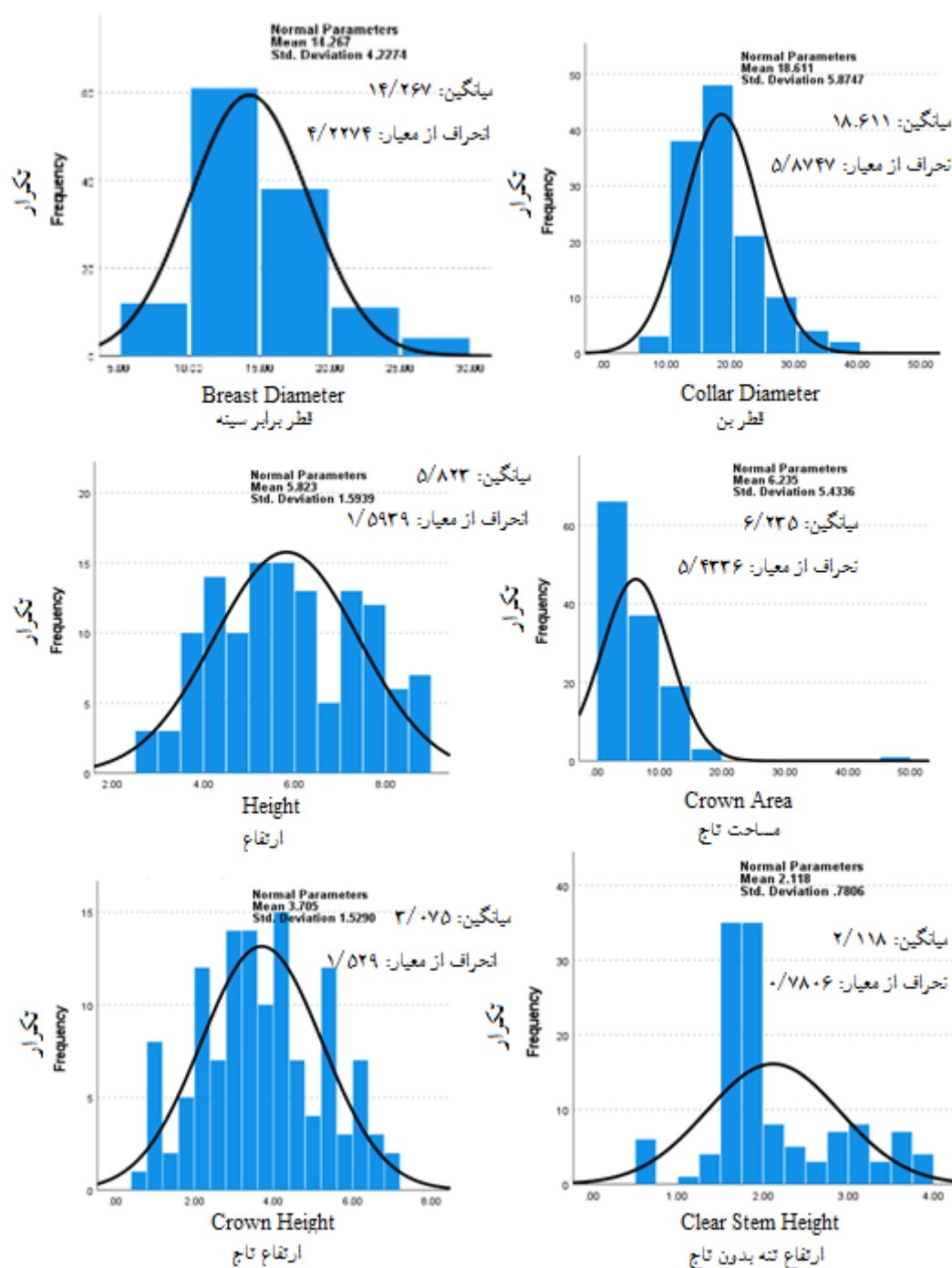
Variable	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum
Collar Diameter (cm)	18.6	5.87	8	36
Breast Diameter (cm)	14.26	4.22	5	28
Height (m)	5.82	1.59	2.5	8.9
Crown Area (m ²)	6.23	5.43	0.93	49.05
Clear Stem Height (m)	2.11	0.78	0.6	3.39
Crown Height (m)	3.7	1.59	0.52	6.59

سرخشکیدگی، کمتر از ۰/۵ بود. همچنین، نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن نشان داد که بین مساحت تاج با طبقه‌های سرخشکیدگی درختان، هیچ‌گونه ارتباط معناداری وجود ندارد. از سوی دیگر، نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین طبقه‌های سرخشکیدگی درختان و مساحت تاج درختان نیز نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی معنادار بین این دو متغیر بود (sig. 2-tailed = 0.001) (جدول ۲).

نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) در بررسی ارتباط بین ارتفاع تاج درختان (متغیر نرمال) با متغیر سرخشکیدگی نشان داد که واریانس‌ها همگن بودند. به طوری که ضریب معنی‌داری آزمون لون (Levene) بیشتر از ۰/۰۵ به دست آمد. با این حال، ارتباط معنی‌داری بین احتمال سرخشکیدگی درختان و ارتفاع تاج آن‌ها مشاهده نشد و مقدار آماره آزمون نیز بیشتر از ۰/۰۵ بود (جدول ۳).

نتایج آزمون کولموگروف-سمیرنوف نشان داد که داده‌های مربوط به متغیرهای قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، مساحت تاج درخت و ارتفاع تنه خالص از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند. به طوری که آماره آزمون برای همه این متغیرها، کمتر از ۰/۰۵ به دست آمد. در مقابل، توزیع داده‌های ارتفاع تاج درختان، نرمال ارزیابی شد و آماره آزمون آن برابر با ۰/۲ بود (شکل ۴).

بر اساس نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن، بین متغیرهای غیرنرمال شامل قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، مساحت تاج و ارتفاع تنه خالص درختان و طبقه‌های سرخشکیدگی، فقط ارتفاع تنه خالص دارای همبستگی قوی با طبقه‌های سرخشکیدگی بود. این همبستگی با سطح معنی‌داری sig. 2-tailed = 0.001 و ضریب همبستگی اسپیرمن برابر با ۰/۷۶ به دست آمد. ضریب معنی‌داری بین متغیرهای قطر یقه، قطر برابر سینه و ارتفاع با طبقه‌های



شکل ۴- نمودار نتایج آزمون کولموگروف-سمیرنوف متغیرهای مورد بررسی در توده شمیم

Figure 4. Results of the Kolmogorov-Smirnov test for the variables examined in the Shisham population

جدول ۲- ضریب همبستگی بین متغیرهای مستقل با سرخشکیدگی درختان شیشم

Table 2. Correlation coefficient between independent variables and the phenomenon of dieback

Variable	Coefficient	Dieback	Collar Diameter	Diameter at breast height	Tree Height	Crown Area	Clear Stem Height	Crown Height
Dieback	Correlation (S)	1	0.4**	0.41**	0.3**	0.13	0.76**	-0.07
	Sig. (2-tailed)	-	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.43
	Number	126	126	126	126	126	126	126
Collar Diameter	Correlation (S)	0.4**	1	0.84**	0.39**	0.41**	0.33**	0.22
	Sig. (2-tailed)	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01*
	Number	126	126	126	126	126	126	126
Diameter at breast height	Correlation (S)	0.41**	0.84**	1	0.49**	0.41**	0.37**	0.33
	Sig. (2-tailed)	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.001**
	Number	126	126	126	126	126	126	126
Tree Height	Correlation (S)	0.3**	0.39**	0.49**	1	0.3**	0.36**	0.87
	Sig. (2-tailed)	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.001**
	Number	126	126	126	126	126	126	126
Crown Area	Correlation (S)	0.13	0.41**	0.4**	0.3**	1	0.06	0.3
	Sig. (2-tailed)	0.10	0.00	0.00	0.00	-	0.27	0.001*
	Number	126	126	126	126	126	126	126
Clear Stem Height	Correlation (S)	0.76**	0.33*	0.37*	0.36*	0.06	1	0.17
	Sig. (2-tailed)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	-	0.05
	Number	126	126	126	126	126	126	126
Crown Height	Correlation (S)	-0.07	0.22	0.33	0.87	0.3	0.17	1
	Sig. (2-tailed)	0.43	0.01*	0.001**	0.001**	0.001*	-	-
	Number	126	126	126	126	126	126	126

** : Significant at $p < 0.01$; * : Significant at $p < 0.05$
 The "Number" row indicates the number of observations for each variable.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه بین متغیر نرمال (ارتفاع تاج درختان) با سرخشکیدگی درختان

Table 3. Results of one-way anova between the normal variable (crown height of trees) and dieback

Variable	Crown Height of Trees		
	Test	Coefficient	Levene's Test (sig.)
Dieback	Pearson	-0.07	
	Sig. (2-tailed)	0.43	0.11
	Count	126	

جدول ۴- نتایج رده‌بندی آزمون من-ویتنی در ارتباط با متغیرهای غیرنرمال و سرخشکیدگی درختان

Table 4. Results of the mann-whitney test relating non-normal variables and dieback

Variable	Coefficient	Count	Mean Rank	Total Rank
Collar Diameter	Healthy	82	52.74	4324.5
	Drying	44	83.56	3676.5
	Total	126	-	-
Diameter at breast height	Healthy	82	52.58	4311.5
	Drying	44	83.85	3689.5
	Total	126	-	-
Tree Height	Healthy	82	56.05	4596.5
	Drying	44	77.38	3404
	Total	126	-	-
Crown Area	Healthy	82	59.97	4917.5
	Drying	44	70.08	3083.5
	Total	126	-	-
Clear Stem Height	Healthy	82	43.08	3532.5
	Drying	44	101.56	4468.5
	Total	126	-	-

نتایج آزمون من-ویتنی نشان داد که بین میانگین متغیر ارتفاع تنه خالص و سرخشکیدگی درختان، تفاوت‌های معنی‌دار قوی وجود دارد. همچنین، بین متغیرهای قطر یقه، قطر برابر سینه و ارتفاع درختان با سرخشکیدگی، ارتباط

معنی‌داری برقرار است (کمتر از ۵۰ درصد). ارتباط بین مساحت تاج درخت با پدیده سرخشکیدگی درختان، معنی‌دار نبود (جدول‌های ۴ و ۵).

جدول ۵- نتایج معنی‌داری آزمون من-ویتنی در بررسی ارتباط بین متغیرهای غیرنرمال و سرخشکیدگی درختان

Table 5. Results of significance in the mann-whitney test examining the relationship between non-normal variables and dieback

Test	Collar Diameter	Diameter at breast height	Tree Height	Crown Area	Clear Stem Height
Mann-Whitney	921.5	908.5	1193.5	1514.5	129.5
Z	-4.52	-4.59	-3.12	-1.48	-8.57
Sig. (2-tailed)	0.001	0.001	0.001	0.13	0.001

بود.

بحث

خشکیدگی درختان همواره به‌عنوان یکی از مسائل اصلی در جنگل‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک شناخته شده است (Jurskis, 2004). ویژگی‌های درختان، ارتباط معناداری با پدیده سرخشکیدگی دارند (Elliott & Swank, 1994)، بنابراین پژوهش پیش‌رو به تحلیل وضعیت پدیده سرخشکیدگی و ارتباط آن با ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان شیشم در توده طبیعی شهرستان دزفول پرداخته است. باتوجه‌به اینکه پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه محدود است، مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش‌های دیگر می‌تواند اطلاعات جدید و مفیدی را ارائه دهد.

نتایج آزمون کولموگروف-سمیرنوف نشان داد که داده‌های مربوط به متغیرهای قطر یقه، قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، مساحت تاج درخت و ارتفاع تنه خالص از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند، درحالی‌که توزیع ارتفاع تاج درخت، نرمال بود. ازجمله عوامل اصلی عدم نرمال بودن داده‌های جمع‌آوری‌شده می‌توان به تخریب، آتش‌سوزی‌های رخ‌داده و فشار جوامع انسانی بر این عرصه اشاره کرد که ویژگی‌های کمی و کیفی درختان در شرایط تنش‌های مختلف را تحت تأثیر قرار داده است. شایان ذکر است که باتوجه‌به محدودیت‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، ازجمله نبود بانک اطلاعاتی جامع و طرح‌های حفاظتی مستند، اطلاعات ما برپایه مشاهده‌های میدانی و تعامل با جوامع محلی استوار

نتایج پژوهش پیش‌رو درباره ارتباط اندازه تاج درختان با میزان خشکیدگی نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، هیچ ارتباط واضح و مستقیمی بین این دو ویژگی وجود ندارد (جدول ۲). این امر به موقعیت درخت در داخل توده و نوع رشد آن بستگی دارد. این یافته با نتایج Zhaofei و همکاران (۲۰۰۸) و Hosseini و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد. باتوجه‌به فشاری که در سال‌های گذشته بر منطقه مورد مطالعه وارد شده است، بیشتر درختان به‌صورت پراکنده و تک‌پایه رشد کرده‌اند و این وضعیت به احتمال زیاد بر پدیده خشکیدگی تأثیر گذاشته است. درختان تک‌پایه به‌طور معمول دارای قطر و سن بیشتری هستند و به رطوبت بیشتری نیز احتیاج دارند. کاهش بارش‌های جوی و بروز خشک‌سالی، اثرات منفی بیشتری بر روی این درختان می‌گذارد. این درختان اغلب پیر و دارای تنه‌های توخالی هستند که به‌دلیل از بین رفتن بافت زنده، به‌راحتی مورد حمله انواع آفات، به‌ویژه آفات چوب‌خوار، قرار می‌گیرند (Mahdavi et al., 2015).

تجزیه و تحلیل رابطه بین ارتفاع درختان شیشم و میزان خشکیدگی در آن‌ها، تفاوت معنی‌داری نشان داد، اما ضریب همبستگی آن‌ها کم بود (۳۰ درصد). در پژوهش پیش‌رو پیش‌بینی می‌شد که درختان بلندتر به‌دلیل محدودیت‌های موجود در هدایت هیدرولیکی، بیشتر از درختان کوتاه‌تر تحت

ایرانی، کم یا غیرمعنی‌دار گزارش شده است. این یافته نشان می‌دهد که حتی در صورت معناداری ارتفاع کل، این مؤلفه به‌تنهایی تأثیر قوی بر سرخشکیدگی ندارد. در راستای پر کردن شکاف دانشی در پژوهش‌های مرتبط با شیشم (که پیش‌تر، کمتر بررسی شده بود)، در پژوهش پیش‌رو، متغیر نوآورانه ارتفاع خالص تنه (طول بخش بدون شاخه تنه) به‌عنوان عاملی کلیدی ارزیابی شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارتباط معناداری بین ارتفاع خالص تنه و پدیده سرخشکیدگی وجود دارد. آزمون من-ویتنی نیز تأیید می‌کند که میانگین ارتفاع خالص تنه در درختان مبتلا به سرخشکیدگی به‌طور معناداری بیشتر از درختان سالم است. این یافته حاکی از آن است که درختان با تنه‌های بدون شاخه بلندتر، به‌احتمال زیاد به‌دلیل قرارگیری در معرض تنش‌های محیطی (مانند نوسان دما، آسیب به آوندها و فعالیت‌های انسانی) و تراکم غیربهبه‌توده جنگلی، آسیب‌پذیری بیشتری در برابر سرخشکیدگی دارند. همچنین، آتش‌سوزی‌های پیشین در منطقه ممکن است به تشدید این آسیب منجر شده باشد. در مقابل، تحلیل داده‌ها نشان داد که ارتفاع تاج و مساحت تاج درختان، ارتباط معناداری با سرخشکیدگی ندارند. این نتایج به‌احتمال زیاد بیانگر نقش کم‌رنگ فرایندهای فنوسنتزی و حجم تاج در بروز این پدیده در منطقه مورد مطالعه است. اگرچه نتایج ارتفاع کل درختان با یافته‌های پیشین همسو است، اما تمرکز بر ارتفاع خالص تنه به‌عنوان متغیری نوین، بینشی تازه به مباحث بوم‌شناختی شیشم افزوده است و اهمیت ساختار تنه در ارزیابی سلامت درختان را برجسته می‌کند. بااین‌حال، برای درک دقیق‌تر سازوکارهای مؤثر بر سرخشکیدگی، انجام پژوهش‌های آینده با داده‌های گسترده‌تر (شامل عوامل خاکی، اقلیمی و زیستی) و بررسی تطبیقی این متغیر در گونه‌های دیگر، ضروری به‌نظر می‌رسد.

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان می‌دهند که در درختان و توده‌های طبیعی شیشم، با افزایش اندازه تنه خالص، میزان خشکیدگی نیز افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که این پدیده به تأثیر عوامل محیطی مانند تابش‌های خورشیدی و دمای

تأثیر تنش خشکی قرار بگیرند و آسیب‌پذیری بیشتری در برابر خشکیدگی داشته باشند. بااین‌حال، نتایج به‌دست‌آمده، همبستگی کمی را نشان دادند. یکی از دلایل ممکن برای این نتیجه می‌تواند یکنواختی و کمبود تغییرات قابل‌توجه در ارتفاع درختان موجود در توده جنگل مورد مطالعه باشد (Hosseinzadeh & Najafifar, 2016).

در بررسی رابطه بین قطر برابرسینه و درجه خشکیدگی در درختان شیشم، تفاوت معنی‌داری با ضریب همبستگی کم (۴۱ درصد) به‌دست آمد. به‌طوری‌که می‌توان گفت تغییرات قطر برابرسینه، تأثیر محسوسی بر درجه خشکیدگی نداشت. بااین‌حال، به‌نظر می‌رسد که نتایج مشابهی در پژوهش‌های دیگر در خصوص ارتباط قطر برابرسینه و میزان خشکیدگی مشاهده نمی‌شود (Hosseinzadeh & Najafifar, 2016). به‌عنوان مثال، در پژوهشی در ساوان‌های استرالیا مشخص شد که مرگ‌ومیر در درختان با قطر برابرسینه‌ای کمتر یا برابر ۱۵ سانتی‌متر متمرکز بوده است (Dewyer *et al.*, 2010). Zolfaghari و Derikvand (۲۰۱۳) نیز بیان داشتند که قطر درختان بلوط، تأثیر چندانی بر میزان ابتلا به خشکیدگی ندارد. در بررسی رابطه بین خشکیدگی درختان با عوامل محیطی در جنگل‌های زاگرسی ایلام گزارش شد که با افزایش قطر برابرسینه درختان به بیشتر از ۴۰ سانتی‌متر، میزان و شدت خشکیدگی درختان افزایش می‌یابد (Golmohamadi *et al.*, 2017). با توجه به اینکه همبستگی بین قطر یقه و پدیده سرخشکیدگی کمتر از ۰/۵ بود و یک رابطه قوی بین قطر برابرسینه و قطر یقه درختان وجود داشت، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پدیده سرخشکیدگی در ارتباط با قطر یقه به‌احتمال زیاد روندی مشابه با روند این پدیده در ارتباط با متغیر قطر برابرسینه خواهد داشت. Akoto و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی روابط آلومتریک بین ویژگی‌های زیست‌سنجی درختان تأکید کردند که رابطه‌ای بسیار قوی بین قطر برابرسینه و قطر یقه وجود دارد.

در پژوهش‌های پیشین (Hosseinzadeh & Najafifar, 2016; Karamian & Mirzaei, 2020)، ضریب همبستگی ارتفاع کل درخت با سرخشکیدگی در گونه‌هایی مانند بلوط

خالص، احتمال سرخشکیدگی بیشتر می‌شود. با این حال، تأثیر حجم و ارتفاع تاج بر وقوع سرخشکیدگی ناچیز بوده است. هرچند در پژوهش‌های دیگر، تأثیر حجم تاج بر خشکیدگی گزارش شده است، اما نتیجه متفاوت پژوهش پیش‌رو ممکن است به شرایط بوم‌شناختی خاص منطقه یا نوع گونه مورد مطالعه مرتبط باشد، بنابراین لازم است که پژوهش‌های بیشتری بر روی شیشم در مناطق مختلف انجام گیرد تا به درک بهتری از این پدیده دست یابیم. این یافته‌ها می‌توانند به درک بهتر سازگاری درختان شیشم با شرایط محیطی و مدیریت بهینه منابع آبی در بوم‌سازگان‌های طبیعی کمک کنند.

محیط و نیز تأمین نیازهای آبی و غذایی درختان مرتبط باشد (Hevia et al., 2019). در شرایط خشک‌سالی و کم‌آبی، رقابت ریشه‌ای برای جذب آب به اوج خود می‌رسد و این امر، تأثیر منفی بیشتری بر درختان کوچک‌تر و ضعیف‌تر دارد (Brunner et al., 2015). در مورد درختان منفرد، وضعیت خشکیدگی به ابعاد و حجم تاج آن‌ها وابسته است. به‌طوری‌که هرچه حجم تاج کوچک‌تر باشد، نیاز به آب و مواد غذایی نیز کاهش می‌یابد. در نتیجه، درختان با تاج کوچک‌تر در شرایط بحرانی خشک‌سالی، نیاز کمتری به آب دارند. به همین دلیل، آن‌ها مقاومت بیشتری در برابر تنش خشکی از خود نشان می‌دهند. در شرایط منطقه مورد مطالعه، با افزایش ارتفاع تنه

References

- Abdullah, M. and Rafay, M., 2021. Ecology of *Dalbergia sissoo*: 13-26. In: Ijaz, S. and Haq, I.U. (Eds.). *Dalbergia sissoo* (Biology, Ecology and Sustainable Agroforestry). CRC Press, Florida, USA, 206p.
- Ahmad, I., Atiq, M., Gul, S., Hannan, A., Siddiqui, M.T., Farrakh Nawaz, M., ... and Ahmed, S., 2016. Dieback disease predictive model for sexually and asexually propagated *Dalbergia sissoo* (Shisham). *Pakistan Journal of Botany*, 48(4): 1645-1650.
- Ahmad, I., Atiq, M., Nawaz, M.F., Ahmed, S., Asif, M., Gull, S., ... and Rajput, N.A., 2019. Prediction of dieback disease of *Dalbergia Sissoo* (Shisham) based upon environmental factors and tree age. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3): 6483-6495.
- Akoto, S.D., Otoo, D., Boadi, S., Appiah, M.A. and Ayisah, A.F., 2016. Allometric modelling of tectona grandis for diameter at breast height and crown collar diameter estimations in the Dry Semi-Deciduous Forest zone of Ghana. *Journal of Natural Sciences Research*, 6(18): 1-7.
- Alemi, A., Oladi, J., Fallah, A. and Maghsodi, Y., 2020. Evaluating of different height-diameter nonlinear models for hornbeam in uneven-aged stands (Case study: Golestan Rezaeian forest). *Ecology of Iranian Forests*, 8(16): 29-38 (In Persian with English summary).
- Barazmand, S., Shataei, Sh., Kavosi, M.R. and Habashi, H., 2013. Spatial distribution of tree crown dieback and its relation with some environmental factors and road network. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 19(3): 159-174 (In Persian with English summary).
- Bhattacharya, M., Singh, A. and Ramrakhyani, C., 2014. *Dalbergia sissoo*-an important medical plant. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 2(2): 76-82.
- Browne, F.G., 1968. *Pests and Diseases of Forest Plantations Trees*. Clarendon Press, Oxford, England, 1330p.
- Brunner, I., Herzog, C., Dawes, M.A., Arend, M. and Sperisen, C., 2015. How tree roots respond to drought. *Frontiers in Plant Science*, 6: 547.
- Derikvand, R. and Zolfaghari, R., 2013. Relationship between common cypress dieback, physiographic factors, and mother tree characteristics in the Tang-e Solak forest reserve, Bahmai. *First National Conference on Solutions to Access Sustainable Development in Agriculture, Natural Resources and the Environment*. Tehran, Iran, 10 Mar. 2013: 6p (In Persian).
- Dewyer, J.M., Fensham, R.J., Fairfax, R.J. and Buckley, Y.M., 2010. Neighbourhood effects influence drought-induced mortality of savanna trees in Australia. *Journal of Vegetation Science*, 21(3): 573-585.
- Dezfoli, H., Badehian, Z., Naghavi, H. and Karami, S., 2019. The relationship of some tree characteristics, forest stands and physiographic factors with the rate of dieback. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 26(3): 69-82 (In Persian with English summary).

- Elliott, K.J. and Swank, W.T., 1994. Impacts of drought on tree mortality and growth in a mixed hardwood forest. *Journal of Vegetation Science*, 5: 229-236.
- Erfanifard, Y. and Aali Beiranvand, F., 2016. Evaluating the intraspecific interactions of indian rosewood (*Dalbergia sissoo* Roxb.) trees in indian rosewood reserve of Khuzestan province. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 5(15): 15-26 (In Persian with English summary).
- Fan, Z., Kabrick, J.M., Spetich, M.A., Shifley, S.R. and Jensen, R.G., 2008. Oak mortality associated with crown dieback and oak borer attack in the Ozark Highlands. *Forest Ecology and Management*, 255(7): 2297-2305.
- Farashi, V., Rezai, M., Mahdavi, R., Moslehi, M. and Eskandari, S., 2024. Effects of dieback severity on regeneration and some vegetative characteristics of pneumatophores of grey mangrove (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) (Study: Mangrove forest of Sirik). *Iranian Journal of Forest*, 16(2): 173-184 (In Persian with English summary).
- Ginwal, H., Kumar, P., Sharma, V., Mandal, A. and Harwood, C., 2004. Genetic variability and early growth performance of *Eucalyptus tereticornis* Sm. in provenance cum progeny trials in India. *Silvae Genetica*, 53(4): 148-153.
- Golmohamadi, F., Hassanzad Navroodi, I., Bonyad, A.E. and Mirzaei, J., 2017. Effects of some environmental factors on dieback severity of trees in Middle Zagros forests of Iran (Case Study: Strait Daalaab, Ilam Province). *Journal of Plant Research*, 30(3): 644-655 (In Persian with English summary).
- Grienson, A.J.C. and Long, D.G., 1987. *Flora of Bhutan Including a Record of Plants from Sikkim*, Vol. III. Royal Botanic Garden, Edinburgh, Scotland, 186p.
- Hevia, A., Sánchez-Salguero, R., Camarero, J.J., Querejeta, J.I., Sangüesa-Barreda, G. and Gazol, A., 2019. Long-term nutrient imbalances linked to drought-triggered forest dieback. *Science of the Total Environment*, 690(10): 1254-1267.
- Hosini, H. 1997. Report on the present situation of Natural Resources. Published by the Forests, Rangelands and Watershed Management Organization, Tehran, Iran, 325p (in Persian).
- Hosseini, A., Hosseini, S.M., Rahmani, A. and Azadfar, D., 2012. Effect of tree mortality on structure of Brant's oak (*Quercus brantii*) forests of Ilam province of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(4): 565-577 (In Persian with English summary).
- Hosseini, A., Matinizadeh, M., Soleimani, R. and Asgari, S., 2024. Three-year results of monitoring the leaf nutrients of Persian oak trees (*Quercus brantii* Lindl.) in declining forests. *Iranian Journal of Forest*, 16(1): 55-69 (In Persian with English summary).
- Hosseinzadeh, J. and Najafifar, A., 2016. Study of association between diameter and height of trees and decline distribution in oak forest stands of Ilam province. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(2): 75-88 (In Persian with English summary).
- Hosseinzadeh, J. and Pourhashemi, M., 2015. An investigation on the relationship between crown indices and the severity of oak forests decline in Ilam. *Iranian Journal of Forest*, 7(1): 57-66 (In Persian with English summary).
- Irandoost, F., Emtahani, M.H., Kiani, B. and Mirshamsi, H., 2018. Comparison Investigation of quantitative and qualitative characteristics of maple trees in reserved and unreserved areas (Case study: Bagh-e Shadi protected area, Yazd). *Journal of Natural Ecosystems of Iran*, 9(1): 91-101 (In Persian with English summary).
- Javaid, A., 2008. Research on shisham (*Dalbergia sissoo* Roxb.) decline in Pakistan—a review. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 20(1): 134-142.
- Javaid, A., Bajwa, R. and T. Anjum., 2004. Identification of some more phenotypes of Shisham (*Dalbergia sissoo* Roxb.) and their response to dieback and wilt diseases. *Mycopath* 2(2): 55-59.
- Jurskis, V., 2004. The role of changed fire regimes in the apparent decline of eucalypts in temperate Australia. *Proceedings of 11th Annual Australasian Fire Authorities Council (AFAC) conference*. Perth, Western Australia, 7-9 Oct. 2004: no pagination.
- Karamian, M. and Mirzaei, J., 2020. The most important factors affecting Persian oak (*Quercus brantii*) decline in Ilam province. *Ecology of Iranian Forest*, 8(15): 93-103 (In Persian with English summary).
- Mahdavi, A., Mirzaei, J. and Karami, O., 2015. The status of dead standing trees in Zagros forest (Case study: Bioreh forests in Ilam Province). *Journal of Forest Sustainable Development*, 1(4): 329-340 (In Persian with English summary).
- Mohammadzade, A., Bagheri, F., Torahi, A.A. and Moallemi, N., 2017. Investigation of natural regeneration of Shisham reservery in Khuzistan province. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 23(2): 65-80 (In Persian with English summary).
- Molaee, S., Zolfaghari, R., Alizadeh, Z. and Fayyaz, P., 2023. Evaluation of drought resistance in Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) seedlings from different seed provenances of southern Zagros, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 31(1): 27-40 (In Persian with English summary).

- Mozaffarian, V., 2005. Trees and Shrubs of Iran. Published by Farhang Moaser, Tehran, Iran, 1082p (In Persian).
- N.A.S., 1979. Tropical legumes: resources for the future. National Academy of Sciences, Washington, DC, USA, 331p.
- Naqvi, S.A.H., Mushtaq, S., Malik, M.T., Umar, U.D., Rehman, A., Fareed, S. and Zulfiqar, M.A., 2019. Factors leading towards *Dalbergia sissoo* decline (Syndrome) in the Indian sub-continent: A critical review and future research agenda. Pakistan Journal of Agricultural Research, 32(2): 302-316.
- Nasir, E. and Ali, S.I., 1977. Flora of West Pakistan. Department of Botany, University of Karachi, Karachi, Pakistan, 389p.
- Sabeti, H., 1994. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Published by University of Yazd, Yazd, Iran, 884p (In Persian).
- Shah, K.K., Tiwari, I., Modi, B., Pandey, H.P., Subedi, S. and Shrestha, J., 2021. Shisham (*Dalbergia sissoo*) decline by dieback disease, root pathogens and their management: a review. Journal of Agriculture and Natural Resources, 4(2): 255-272.
- Sheykholeslami, A., Kia Pasha, Kh. and Kia Lashaki, A., 2011. A Study of tree distribution in diameter classes in natural forests of Iran (Case study: Liresara forest). Annals of Biological Research, 2(5): 283-290.