

## Investigation of wood resistance of tree species in Zagros forests against fire (Case study: Romeshkan County)

Kianosh Rostami<sup>1</sup> | Mohammadreza Kavosi<sup>\*2</sup> | Manoochehr Babanezhad<sup>3</sup>

1. Ph.D. Student, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [kianoshrostami@yahoo.com](mailto:kianoshrostami@yahoo.com)
2. Corresponding Author, Associate Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [kavousi@gu.ac.ir](mailto:kavousi@gu.ac.ir)
3. Associate Prof., Dept. of Statistics, Faculty of Science, Golestan University, Gorgan, Iran. E-mail: [m.babanezhad@gu.ac.ir](mailto:m.babanezhad@gu.ac.ir)

### Article Info

#### Article type:

Full Length Research Paper

#### Article history:

Received: 07.24.2021

Revised: 10.16.2021

Accepted: 10.29.2021

#### Keywords:

Fire,  
Resistance against fire,  
Skin thickness,  
Wood moisture,  
Zagros forests

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** Today, the phenomenon of fires as one of the natural disasters threatens a large part of the world's forests. The purpose of this study is to the investigation of wood resistance of different tree species of Zagros forests against fire.

**Materials and Methods:** To conduct this research, wood species *Quercus persica*, *Pistacia atlantica*, *Amygdalus scoparia*, *Crataegus azarolus*, *Acer monspessulanum*, and *Ficus carica* were prepared in two forms: dry and wet wood (with natural moisture) with similar length and dimensions (length 60 cm, diameter 15 cm). For each tree, wood with skin and without skin was selected to investigate the effect of stem skin on the burning rate of wood species, and the difference in wood-burning time was measured using a stopwatch. LPG capsule was used to create a suitable temperature for the complete burning of wood. For each wood 4 treatments (wet with skin, wet without skin, dry with skin, and dry without skin) and also for each treatment 10 replications were considered. Statistical analysis was performed using GLM and Independent Samples T-test.

**Results:** Comparison of the complete burning time of wet wood of the studied species shows that *Quercus Persica* wood with a time of 50 minutes until complete burning has the highest fire resistance and after that, the Pistachio had the highest resistance with 42 minutes until it burned complete. *Acer* and *Ficus* varieties had the lowest fire resistance with 35 and 30 minutes to complete burning, respectively. The results also showed that fire resistance between species *Crataegus* and *Amygdalus* was not significant at a 5% probability level. Comparison of the complete burning time of dry wood of the species shows that the highest fire resistance was in *Quercus* species with 40 minutes until complete burning. After that, Pistachio, *Amygdalus*, *Acer*, *Crataegus*, and *Ficus* had 34, 30, 26, 21, and 20 minutes to burn completely in the fire, respectively. The results of comparing the means showed that in wet woods, the biggest difference in the time of complete burning of wood with and without skin in Pistachio species with 13 minutes, followed by *Amygdalus* and *Crataegus* with 12 minutes, then *Quercus*, *Acer*, and *Ficus* with 11, 9 and 6 minutes, respectively. In dry wood, the biggest difference in the time of complete burning of wood with skin and without skin in *Quercus* species and Pistachio with 15 minutes and then, *Amygdalus*, *Acer*, *Crataegus* and *Ficus* with 15, 13, 8, 4 and 3 minutes, respectively.

---

**Conclusion:** The results show that the thickness of the skin and moisture of the wood cause significantly increase the resistance of the wood against fire.

---

Cite this article: Rostami, Kianosh, Kavosi, Mohammadreza, Babanezhad, Manoochehr. 2022. Investigation of wood resistance of tree species in Zagros forests against fire (Case study: Romeshkan County). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 28 (4), 135-149.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JWFST.2022.19270.1932

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

## بررسی مقاومت چوب گونه‌های درختی جنگل‌های زاگرس در برابر آتش‌سوزی (مطالعه موردی: شهرستان رومشکان)

کیانوش رستمی<sup>۱</sup> | محمدرضا کاوسی<sup>۲\*</sup> | منوچهر بابانژاد<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [kianoshroostami@yahoo.com](mailto:kianoshroostami@yahoo.com)
۲. نویسنده مسئول، دانشیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [kavousi@gau.ac.ir](mailto:kavousi@gau.ac.ir)
۳. دانشیار گروه آمار، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران. رایانامه: [m.babanezhad@gu.ac.ir](mailto:m.babanezhad@gu.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: امروزه پدیده آتش‌سوزی به‌عنوان یکی از بلایای طبیعی بخش وسیعی از جنگل‌های جهان را تهدید می‌کند. هدف از این پژوهش بررسی مقاومت چوب گونه‌های مختلف درختی جنگل‌های زاگرس در برابر آتش‌سوزی می‌باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۲	مواد و روش‌ها: برای انجام این پژوهش چوب گونه‌های بلوط، بنه، ارژن، زالزالک، کیکم و انجیر به دو صورت چوب خشک و تر (با رطوبت طبیعی) با طول و ابعاد مشابه (طول ۶۰ سانتی‌متر قطر ۱۵ سانتی‌متر) تهیه شد. به‌منظور بررسی تأثیر پوست ساقه بر سرعت سوختن گونه‌های چوبی، برای هرگونه درختی چوب با پوست و بدون پوست انتخاب گردید و اختلاف در مدت‌زمان سوختن چوب‌ها با استفاده از کرنومتر اندازه‌گیری گردید. به‌منظور ایجاد دمای مناسب جهت سوختن کامل چوب‌ها از کپسول LPG استفاده شد. برای هر چوب ۴ تیمار (تر و خشک، با پوست و بدون پوست) و هم‌چنین برای هر تیمار ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از طرح کامل تصادفی، آزمون GLM و آزمون تی مستقل انجام شد.
واژه‌های کلیدی: آتش‌سوزی، جنگل‌های زاگرس، رطوبت چوب، ضخامت پوست، مقاومت در برابر آتش‌سوزی	یافته‌ها: مقایسه زمان سوختن کامل چوب‌تر گونه‌های مورد بررسی نشان داد که چوب بلوط با زمان ۵۰ دقیقه تا سوختن کامل دارای بیش‌ترین مقاومت در برابر آتش می‌باشد و پس‌از آن بنه با ۴۲ دقیقه زمان تا سوختن کامل دارای بیش‌ترین مقاومت بوده است. گونه‌های کیکم و انجیر به‌ترتیب با زمان ۳۵ و ۳۰ دقیقه تا سوختن کامل دارای کم‌ترین مقاومت در برابر آتش بوده‌اند. هم‌چنین نتایج نشان داد که مقاومت در برابر آتش‌سوزی در بین گونه‌های ارژن و زالزالک در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبوده است. مقایسه زمان سوختن کامل چوب‌های خشک گونه‌ها نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقاومت در برابر آتش‌سوزی در گونه بلوط با ۴۰ دقیقه زمان تا سوختن کامل بوده است. پس از آن بنه، ارژن، کیکم، زالزالک و انجیر به ترتیب دارای

---

۳۴، ۳۱، ۲۶، ۲۱ و ۲۰ دقیقه زمان تا سوختن کامل در آتش بوده‌اند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در چوب‌های تر بیش‌ترین اختلاف در زمان سوختن کامل چوب‌های با پوست و بدون پوست در گونه بنه با ۱۳ دقیقه و پس از آن ارژن و زالزالک با ۱۲ دقیقه و سپس بلوط، کیکم و انجیر به ترتیب با ۱۱، ۹ و ۶ دقیقه بوده است. در چوب‌های خشک نیز بیش‌ترین اختلاف در زمان سوختن کامل چوب‌های با پوست و بدون پوست در گونه بلوط و بنه با ۱۵ دقیقه و پس‌از آن به ترتیب، ارژن، کیکم، زالزالک و انجیر با ۱۳، ۸، ۴ و ۳ دقیقه بوده است.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که ضخامت پوست و رطوبت چوب باعث افزایش معنی‌دار مقاومت چوب در برابر آتش می‌شود.

---

**استناد:** رستمی، کیانوش، کاوسی، محمدرضا، بابانژاد، منوچهر (۱۴۰۰). بررسی مقاومت چوب گونه‌های درختی جنگل‌های زاگرس در برابر آتش‌سوزی (مطالعه موردی: شهرستان رومشکان). نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۸ (۴)، ۱۳۵-۱۴۹.

DOI: 10.22069/JWFST.2022.19270.1932



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

---

## مقدمه

جنگل‌ها از مهم‌ترین اکوسیستم‌های زمین به شمار می‌روند و عملکرد آن‌ها نقش بسیار مهمی در حفظ تعادل اکولوژیکی دارد. سلامت جنگل‌ها در هر منطقه نشان‌دهنده شرایط اکولوژیکی متداول در آن ناحیه است (۴۱). گیاهان در طبیعت همواره در معرض آسیب‌های طبیعی و غیرطبیعی قرار دارند. آتش‌سوزی طبیعی و آتش‌سوزی‌های ایجاد شده توسط انسان‌ها باعث ایجاد آشفتگی اکولوژیکی و تغییرات منظر می‌شود و بر چرخه طبیعی پوشش گیاهی کف جنگل، ساختار و عملکرد آن تأثیر فراوانی می‌گذارد (۲۰). تاریخچه آتش‌سوزی در ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهد که منشأ ۹۰ درصد آتش‌سوزی‌های جنگل انسان است (۶). مارتینز و همکاران (۲۰۰۹) نیز فعالیت‌های بشر را عامل بسیاری از آتش‌سوزی‌ها در سراسر جهان اعلام می‌کنند. به گفته آنان بیش از ۹۰ درصد آتش‌سوزی‌ها در اسپانیا و کشورهای اروپایی حوزه مدیترانه توسط انسان رخ می‌دهد (۲۴). ایران از جمله کشورهای حادثه‌خیز دنیاست که پدیده‌ی آتش‌سوزی جنگل یکی از مهم‌ترین بحران‌های آن محسوب می‌شود. آتش‌سوزی در جنگل‌های ایران سالیانه هزاران هکتار از درختان، درختچه‌ها و گیاهان را طعمه‌ی خود می‌سازد (۹). سازمان جهانی خواروبار کشاورزی (فائو) در گزارش خود در سال ۲۰۰۵ اعلام کرد که سالانه ۶۵۰۰ هکتار (۰/۰۶ درصد) از جنگل‌های ایران طی آتش‌سوزی از بین می‌روند، از این رو پایین بودن سهم سرانه جنگل در کشورمان نسبت به سطح جهانی و قرار داشتن در رتبه چهارم (بعد از قزاقستان، الجزایر و ترکیه) از نظر میزان نابودی جنگل در میان کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا، بیانگر اهمیت مدیریت و شناخت پیامدهای کوتاه‌مدت و بلندمدت این پدیده زیست‌محیطی است (۳۸). ناحیه رویشی زاگرس با در برداشتن جنگل‌های

نیمه‌خشک کشور، در امتداد رشته‌کوه زاگرس از شمال شهرستان ارومیه در آذربایجان غربی تا حوالی شهرستان فیروزآباد در استان فارس واقع شده است. این ناحیه، وسیع‌ترین منطقه جنگلی کشور با بیش از ۵ میلیون هکتار وسعت، معادل حدود ۴۰ درصد کل جنگل‌های کشور را در خود جای داده است سطح این جنگل‌ها از ۱۰ میلیون هکتار در گذشته‌های نه چندان دور، به کم‌تر از ۵ میلیون هکتار (در حال حاضر) تقلیل یافته است (۱۷). حفاظت از آب و خاک، مهیا کردن شرایط زیستی برای جوامع انسانی و تولید محصولات فرعی از مهم‌ترین عملکردها و ویژگی‌های جنگل‌های زاگرس به شمار می‌آیند (۱۶). یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب جنگل‌های زاگرس آتش‌سوزی می‌باشد. دلیل عمده آتش‌سوزی ناشی از خشکسالی‌های متعددی است که در این مناطق بروز کرده است (۱۷). آتش‌سوزی در جنگل‌های جوان و شاخه‌زاد بیش‌تر از جنگل‌های کهنسال است. هم‌چنین جنگل‌های همسال بیش‌تر از جنگل‌های ناهمسال در معرض آتش‌سوزی قرار دارند (۱) زیرا جنگل‌های همسال جوان‌تر و انبوه‌تر هستند و شاخه‌های نازک و خشکیده آن‌ها بیش‌تر است (۱). بنابراین جنگل‌های زاگرس که عمدتاً شاخه‌زاد و همسال هستند از خطر آتش‌سوزی در امان نبوده و آتش‌سوزی به‌طور مداوم این جنگل‌ها را طعمه خود می‌سازد (۱۷).

آتش به‌عنوان یکی از عوامل تخریب جنگل به‌شمار می‌رود که از نظر میزان خسارتی که به بار می‌آورد در مناطق مختلف اهمیت متفاوتی دارد (۱۷). آتش‌سوزی بر پویایی، مراحل توالی، ترکیب و ساختار پوشش عرصه‌های جنگلی اثر دارد (۲۵). آتش در جنگل عموماً به سه حالت زمینی، سطحی و تاجی شکل می‌گیرد (۱۸). اثر آتش‌سوزی در درختان بستگی به درجه حرارت محیط، مقدار سوخت بر روی زمین، زمان قرار گرفتن در معرض گرما، شدت

بیش‌تری دارند، تأثیر بیش‌تری هم بر جلوگیری از آتش‌سوزی دارند (۱۴).

مقاومت به آتش در درختان به عوامل متعددی از قبیل ضخامت پوست (که در میان گونه‌ها متفاوت است)، قطر و سن، فاصله تاج از سطح زمین، شرایط رویشگاهی و سلامت و توان درخت بستگی دارد (۱۲). رطوبت اثر قابل‌توجهی بر اندازه مقاومت درختان جنگلی در برابر آتش‌سوزی دارد (۳۴). یکی از عوامل مؤثر بر وقوع آتش‌سوزی رطوبت مواد سوختنی می‌باشد. به‌این‌ترتیب که گونه‌های گیاهی با قابلیت جذب آب بیش‌تر، تأثیر بیش‌تری در پیشگیری آتش‌سوزی دارند (۱۰). واکنش مواد سوختنی با توجه به میزان رطوبت موجود در چوب متفاوت است (۴۱). میزان رطوبت ماده سوختنی به میزان زیادی تحت‌تأثیر رطوبت خاک و درجه حرارت خاک و هواست. آگاهی از میزان رطوبت ماده سوختنی برای کنترل آتش مهم است و به تعیین حساسیت‌پذیری گونه‌ها به آتش کمک می‌کند (۴۰).

بارانی‌فرد و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی مقاومت به آتش چوب گونه‌های سوزنی‌برگ نسبت به پهن‌برگ (ممرز، انجیلی، افرا، بلوط، آزاد، زربین، سرخدار، نوش و ارس) به این نتیجه رسیدند که چوب گونه‌های پهن‌برگ دارای بیش‌ترین و گونه‌های سوزنی‌برگ دارای کم‌ترین مقاومت در برابر سوختن کامل می‌باشند. هم‌چنین مقاومت چوب به ترتیب برای گونه‌های زربین، نوش، ممرز، بلندمازو و آزاد افزایش می‌یابد (۵). بانج شفیعی و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که گونه‌های پوست نازک مانند راش و پلت بیش‌تر از گونه‌های پوست ضخیم مانند ممرز و بلندمازو تحت‌تأثیر آتش قرار می‌گیرند (۴). پژوهش‌گران در کشور جمهوری چک با سوزاندن چوب‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی به این نتیجه رسیدند که مقاومت چوب‌ها در برابر سوختن

آتش، تحمل بافت درخت از گرما دارد (۳۶). لاشبرگ کف جنگل و مقاومت چوب درختان نقش فراوانی در توسعه و گسترش آتش‌سوزی در سطح جنگل‌ها دارند. ترکیب گونه‌های درختی در هر جنگل دارای رژیم آتش‌سوزی متفاوت است که با مشخصه‌هایی مانند فراوانی، وسعت، شدت و زمان وقوع آتش‌سوزی باعث ایجاد خصوصیات مختلفی در اکوسیستم‌های منطقه‌ای و محلی می‌گردد (۴۰). آب‌وهوا نیز از طرق گوناگون می‌تواند بر روی آتش‌سوزی مؤثر باشد. آب‌وهوا شامل باد، رطوبت جوی و دمای محیط است که هرکدام از آن‌ها می‌تواند بر قابلیت اشتعال سوخت‌های جنگلی و نیز بر سرعتی که آتش گسترده می‌شود مؤثر باشد و درنهایت آتش‌سوزی در جنگل بدون وجود سوخت‌ها رخ نمی‌دهد. همگنی مواد سوختنی و شرایط آب و هوایی و توپوگرافی در سرتاسر یک منطقه با وسعت و یکنواختی آتش‌سوزی ارتباط دارد (۳). شدت آتش‌سوزی و خسارت‌های آن به عامل‌های متعددی وابسته است که از آن جمله می‌توان به گونه، قطر ساقه، انبوهی توده و میزان رطوبت مواد سوختنی اشاره کرد (۲).

دمای بالا، رطوبت نسبی پایین و باد از جمله شرایط آب و هوایی مساعد برای ایجاد و گسترش آتش‌سوزی هستند، چون این فاکتورها مدت‌زمان لازم برای خشک شدن ماده سوختنی را کاهش داده و سبب گسترش آتش‌سوزی می‌شوند. باین‌حال میکروکلیمای ایجاد شده به‌وسیله پوشش گیاهی این عوامل را کنترل می‌کند، برای مثال تاج پوشش تراکم و بسته‌تبخیر را کاهش و رطوبت خاک را افزایش می‌دهد و در مناطقی با تراکم کمتر برعکس این حالت رخ می‌دهد (۳۵). یکی از عواملی که تأثیر فراوانی بر وقوع آتش‌سوزی دارد رطوبت ماده سوختنی است به‌این‌ترتیب گونه‌های درختی که توانایی جذب آب

در پژوهشی که در مورد گونه بلوط چوب‌پنبه مشخص شد که مهم‌ترین عاملی که در زنده‌مانی این‌گونه بعد از آتش‌سوزی مؤثر است ضخامت پوست آن می‌باشد (۲۹). با توجه به این‌که در منطقه مورد مطالعه درختان خشک فراوانی به‌صورت سرپا و افتاده (عموماً از نوع بلوط ایرانی) وجود دارد که در مواقع آتش‌سوزی سبب گسترش سریع‌تر حریق شده و اطلاعات چندانی در خصوص زمان تاب‌آوری گونه‌های درختی در برابر سوختن وجود ندارد، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی مقاومت در برابر آتش‌سوزی چوب گونه‌های مختلف درختی جنگل‌های زاگرس (کیکم، بنه، بلوط، انجیر، زالزالک و ارژن) می‌باشد.

**منطقه مورد مطالعه:** شهرستان رومشکان واقع در استان لرستان می‌باشد. این شهرستان در موقعیت ۳۳ درجه و ۱۶ دقیقه و ۲۰ ثانیه شمالی و ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه و ۷۶ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۰۹۵ متر از سطح دریا واقع شده است. دارای آب و هوایی معتدل و نیمه‌خشک می‌باشد. بیش‌ترین دما در فصل تابستان در حدود ۴۰ درجه سانتی‌گراد و کم‌ترین دما در فصل زمستان، دمایی در حدود ۱۲ درجه زیر صفر و مقدار باران سالیانه بر اساس دوره ده ساله اخیر به‌طور متوسط ۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد (ایستگاه هواشناسی شهرستان). گونه‌های مهم جنگل‌های لرستان را بادام وحشی، ارغوان، بنه، بلوط ایرانی، گلابی وحشی، کیکم، زالزالک، ارژن، شن، محلب و ارس تشکیل می‌دهد و گونه اصلی جنگل‌های لرستان درخت بلوط ایرانی است.

### مواد و روش‌ها

جهت بررسی مقاومت چوب گونه‌های درختی در برابر آتش‌سوزی، چوب گونه‌های بلوط ایرانی، بنه، ارژن، زالزالک، کیکم و انجیر به دو صورت خشک و

به ساختار هر چوب وابسته است (۳۹). مقاومت چوب درختان در برابر آتش‌سوزی به خصوصیات ریخت‌شناسی (فیزیولوژی) درخت و چوب بستگی دارد و ضخامت پوست و مواد تشکیل‌دهنده آن یکی از عوامل مهم جلوگیری از نفوذ آتش به لایه‌های درونی درخت است (۸). جهدی و همکاران (۲۰۱۵) ارزیابی اثر وضعیت رطوبت ماده سوختنی بر گسترش و رفتار آتش در پارک ملی گلستان پرداختند نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاهش رطوبت ماده سوختنی موجب رشدی چشمگیر در محیط و مساحت آتش می‌شود (۱۶). نصیری (۲۰۱۲) به بررسی مقاومت در برابر آتش‌سوزی چوب گونه‌های مختلف درختی جنگل‌های شمال در حریم جاده‌های جنگلی پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مقاومت چوب‌های تر در برابر سوختن کامل بین ۲/۳ (بلندمازو) تا ۲/۹ (انجیلی) چوب‌های خشک می‌باشد. درختان انجیلی و ممرز به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین مقاومت در برابر آتش‌سوزی هستند. مقاومت چوب درختان، به ترتیب برای گونه‌های پلت، شیردار، راش و آزاد افزایش یافته است. هم‌چنین نتایج نشان داد که وجود پوست باعث افزایش مقاومت در برابر سوختن بعضی گونه‌های درختی می‌شود. به‌طوری‌که تفاوت زمان سوختن کامل چوب‌های تر و خشک گونه‌های درختی راش، زربین، پلت، شیردار و آزاد به ترتیب ۴۶، ۸۲، ۱۱۰، ۱۱۶ و ۱۶۹ ثانیه اندازه‌گیری شد (۳۲). گیگنوکس و همکاران (۱۹۹۷) حساسیت متفاوت گونه‌های گیاهی در برابر آتش‌سوزی را از جمله ویژگی‌های آن‌ها در مقابله با آتش‌سوزی عنوان کردند که در این مورد بر ضخامت پوست گونه‌ها اشاره داشتند. مقاومت درختان در برابر آتش بستگی به ضخامت پوست آن‌ها دارد. به‌این‌ترتیب تنها درختان بزرگ با پوست ضخیم می‌تواند در آتش‌سوزی واقعاً شدید زنده بمانند (۱۱).

تر (با رطوبت طبیعی) تهیه گردید. در این پژوهش، چوب‌هایی با طول مستقیم و با ابعاد مشابه (طول ۶۰ سانتی‌متر و قطر ۱۵ سانتی‌متر) از قسمت شاخه درختان و از قسمت‌های یکسان به صورت تصادفی انتخاب شدند (۳۲). جهت بررسی تأثیر پوست ساقه بر روی سرعت سوختن گونه‌های چوبی مختلف، برای هرگونه درختی چوب با پوست و بدون پوست (با جدا کردن پوست چوب) انتخاب شد و اختلاف در زمان سوختن کامل این چوب‌ها اندازه‌گیری گردید. این پژوهش در شرایط طبیعی (جریان طبیعی هوا) انجام و مدت زمان سوختن کامل چوب‌های مورد بررسی با استفاده از کرنومتر اندازه‌گیری شد (۳۲). به منظور تأمین دمای مناسب برای سوختن کامل چوب از کپسول<sup>۱</sup> LPG (نوعی کپسول ایجاد حرارت برای صنعت کپسول جوش) استفاده شد. این کپسول قادر است حرارت ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد را برای آتش‌سوزی تأمین نماید. خروجی حرارت دستگاه به صورت مستقیم بر روی چوب اعمال شد و تا زمان سوختن کامل (زمانی که چوب به زغال و پودر تبدیل شد)، این کار به صورت مداوم ادامه داشت. زمان سوختن کامل چوب هرگونه اندازه‌گیری شد. در این پژوهش برای هرگونه درختی ۴ تیمار (تر با پوست، تر بدون پوست، خشک با پوست و خشک بدون پوست) و برای هر تیمار ۱۰ تکرار در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از طرح کامل تصادفی، آزمون<sup>۲</sup> GLM و آزمون تی مستقل انجام شد (۳۲).

### نتایج و بحث

مقایسه زمان سوختن کامل چوب‌تر با پوست گونه‌های مورد بررسی نشان داد که چوب بلوط با زمان ۵۰ دقیقه تا سوختن کامل دارای بیش‌ترین

مقاومت در برابر آتش می‌باشد و پس از آن بنه با ۴۲ دقیقه زمان تا سوختن کامل دارای بیش‌ترین مقاومت بوده است. گونه‌های کیکم و انجیر به ترتیب با زمان ۳۵ و ۳۰ دقیقه تا سوختن کامل دارای کم‌ترین مقاومت در برابر آتش بوده‌اند. هم‌چنین نتایج نشان داد که مقاومت در برابر سوختن در بین گونه‌های ارژن و زالزالک معنی‌دار نبوده است (شکل ۱-الف). مقایسه زمان سوختن کامل چوب‌های خشک گونه‌ها نشان داد که بیش‌ترین مقاومت در برابر آتش‌سوزی در گونه بلوط با ۴۰ دقیقه زمان تا سوختن کامل بوده است. پس از آن بنه، ارژن و کیکم به ترتیب دارای ۳۴، ۳۱، ۲۶ دقیقه زمان تا سوختن کامل در آتش بوده‌اند. هم‌چنین نتایج نشان داد که در تیمار خشک با پوست بین گونه‌های زالزالک و انجیر به ترتیب با ۲۱ و ۲۰ دقیقه زمان تا سوختن کامل و در تیمار خشک بی‌پوست بین گونه‌های (بنه و ارژن) و (زالزالک و انجیر) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. (شکل ۱-ب).

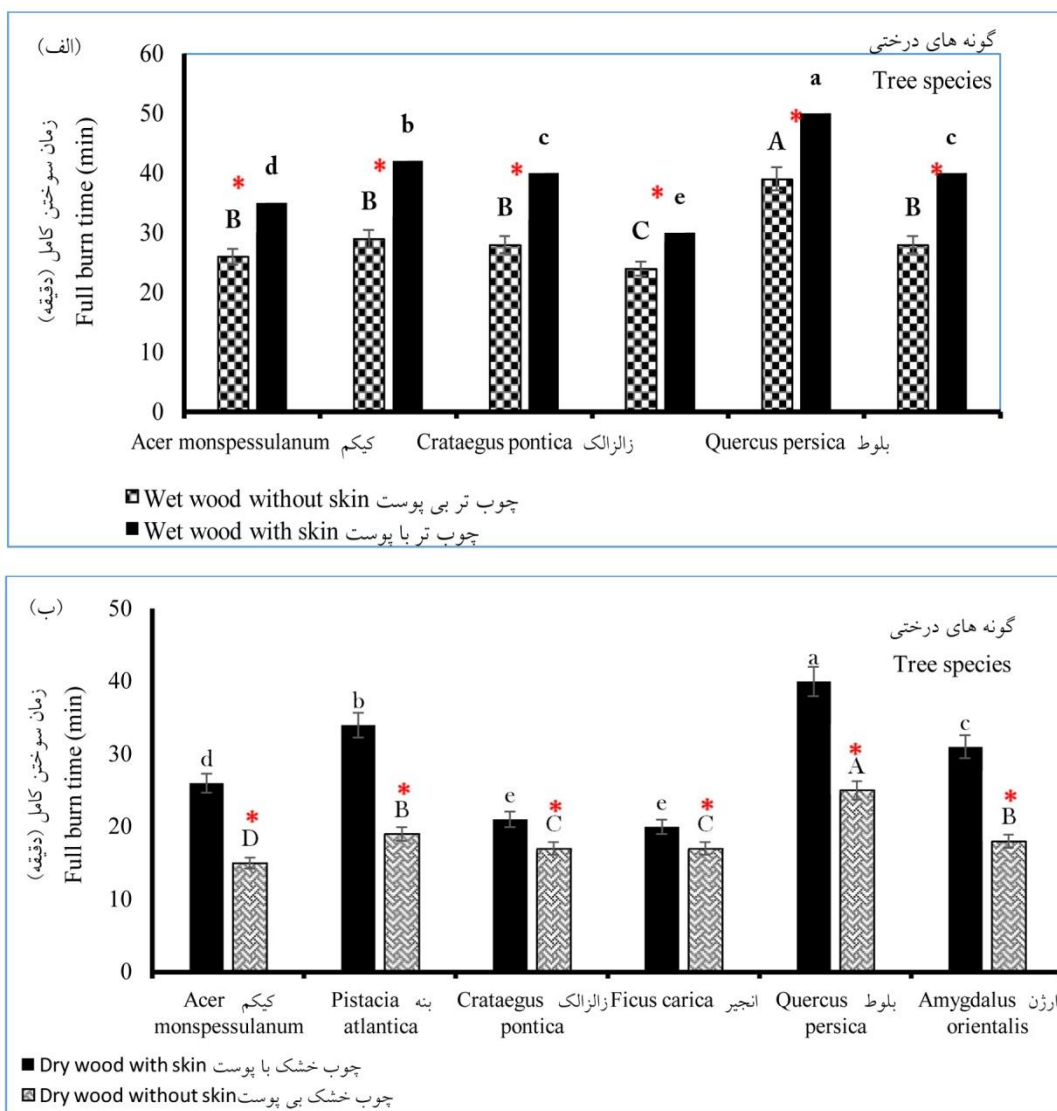
نتایج حاصل از مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف یک گونه (مقایسه اختلاف میانگین چوب‌تر با پوست یک گونه با تر بدون پوست همان‌گونه و چوب خشک با پوست با چوب خشک بدون پوست همان‌گونه) با استفاده از آزمون تی مستقل در بین ۶ گونه مورد بررسی، نشان داد که همگی دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند که با علامت ستاره در شکل نشان داده شده است. در چوب‌های تر بیش‌ترین اختلاف در زمان سوختن کامل چوب‌های دارای پوست و بدون پوست در گونه بنه با ۱۳ دقیقه زمان دیده می‌شود و پس از آن به ترتیب ارژن و زالزالک با ۱۲ دقیقه و سپس بلوط، کیکم و انجیر به ترتیب با ۱۱، ۹ و ۶ دقیقه اختلاف زمان سوختن کامل بین چوب‌های دارای پوست و بدون پوست بوده است (شکل ۱-الف). در چوب‌های خشک بیش‌ترین

1- Liquefied Petroleum Gas  
2- General linear model



زالزالک و انجیر با ۱۳، ۱۵، ۸، ۴ و ۳ دقیقه اختلاف زمان سوختن کامل بین چوب‌های دارای پوست و بدون پوست بوده است (شکل ۱-ب).

اختلاف در زمان سوختن کامل چوب‌های دارای پوست و بدون پوست در گونه بلوط با ۱۵ دقیقه زمان دیده می‌شود و پس از آن به ترتیب بنه، ارژن، کیکم،



شکل ۱- مقایسه زمان سوختن کامل چوب گونه‌ها با توجه به پوست در چوب‌های تر (الف) و خشک (ب)،

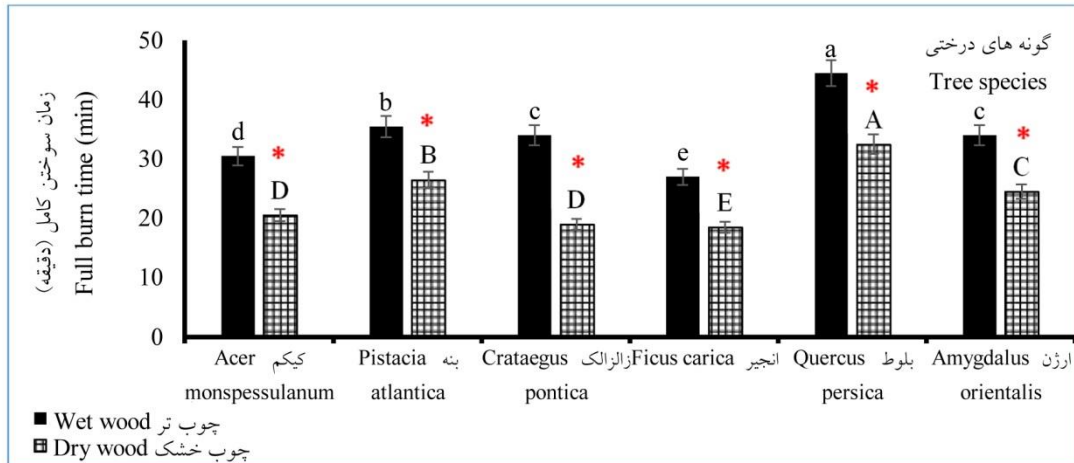
حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده معنی داری برای یک تیمار بین گونه‌های متفاوت در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد.

علامت ستاره (\*) نشان‌دهنده اختلاف معنی دار برای یک گونه بین دو تیمار می‌باشد.

Figure 1. Comparison of the complete burning time of wood of species according to the skin in wet (a) and dry (b) woods, Different English letters indicate significance for treatment between different species at a 95% probability level. An asterisk (\*) indicates a significant difference for a species between two treatments.

چوب زالزالک ۱۵ دقیقه و پس از آن بیشترین کاهش مقاومت به ترتیب در گونه‌های بلوط، کیکم، ارژن، بانه و انجیر دیده می‌شود (شکل ۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های زمان سوختن کامل چوب‌های تر و خشک نشان داد که با از دست دادن رطوبت مقاومت بلوط در برابر آتش‌سوزی به شدت کاهش می‌یابد به طوری که زمان سوختن کامل

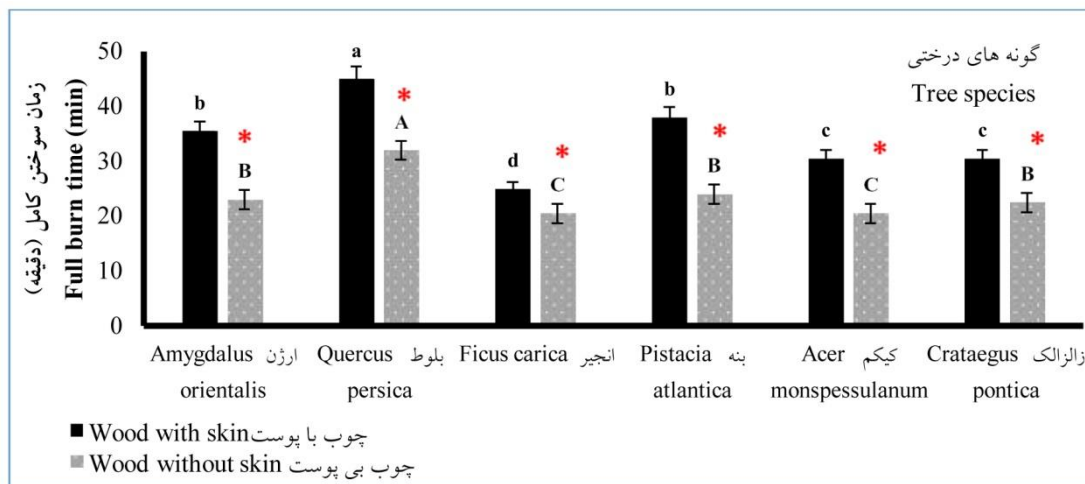


شکل ۲- مقایسه زمان سوختن کامل چوب گونه‌ها با توجه به رطوبت در چوب‌های تر و خشک،

حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری برای یک تیمار بین گونه‌های متفاوت در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد.

علامت ستاره (\*) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار برای یک گونه بین دو تیمار می‌باشد.

Figure 2. Comparison of complete wood burning time of species according to moisture in wet and dry woods, Different English letters indicate significance for treatment between different species at a 95% probability level. An asterisk (\*) indicates a significant difference for a species between two treatments.



شکل ۳- مقایسه زمان سوختن کامل چوب گونه‌ها با توجه به با پوست و بدون پوست بودن.

حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری برای یک تیمار بین گونه‌های متفاوت در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد.

علامت ستاره (\*) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار برای یک گونه بین دو تیمار می‌باشد.

Figure 3. Comparison of complete burning time of wood of species Due to being with skin and without skin, Different English letters indicate significance for treatment between different species at a 95% probability level. An asterisk (\*) indicates a significant difference for a species between two treatments.

حساسیت درختان به سوختن با توجه به سرشت گونه‌ها و خصوصیات مورفولوژیکی آن‌ها متفاوت است. به‌طورکل می‌توان گفت گونه‌هایی که دارای ضخامت پوست بیش‌تری هستند به دلیل حفاظت پوست از بخش کامبیوم درخت، حساسیت کم‌تری به سوختن دارند (۹). به‌منظور بررسی اثر مستقل و متقابل رطوبت و گونه بر روی زمان سوختن تجزیه واریانس با استفاده از آزمون GLM صورت گرفت و نتایج نشان داد اثر رطوبت به‌تنهایی معنی‌دار ولی اثر رطوبت و گونه معنی‌دار نبوده است (جدول ۱).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در بین گونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که وجود پوست سبب افزایش مقاومت در برابر آتش‌سوزی و برداشتن پوست چوب‌های تر و خشک باعث کاهش چشم‌گیری در مقاومت چوب‌ها در برابر آتش شده است. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج الیس (۲۰۱۱)، تورکووا و همکاران (۲۰۱۱)، مورریا و همکاران (۲۰۰۷)، نصیری و همکاران، ۲۰۱۱، بانج شفییعی و همکاران (۲۰۰۷) و امین‌املشی و همکاران (۲۰۱۶) مطابقت دارد (۸، ۳۹، ۲۹، ۳۰، ۴، ۲). میزان

جدول ۱- تجزیه واریانس زمان سوختن کامل چوب گونه‌های درختی با توجه به رطوبت چوب.

**Table 1. Analysis of variance of complete wood burning time of tree species according to wood moisture.**

تیمار Treatment	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	مقدار F F	معنی‌داری Sig.
مدل اصلاح‌شده Corrected Model	12953.333 <sup>a</sup>	11	1177.576	36.629*	0.000
گونه Sp	5998.333	5	1199.667	37.316*	0.000
رطوبت Moisture	6615.000	1	6615.000	205.760*	0.000
رطوبت * گونه Sp * Moisture	340.000	5	68.000	2.115 <sup>ns</sup>	0.065
خطا Error	7330.000	228	32.149		
کل Total	219810.000	240			
تصحیح کل Corrected Total	20283.333	239			

\* نشان‌دهنده معنی‌داری اثر تیمارها در سطح اطمینان ۹۹ درصد و <sup>ns</sup> عدم معنی‌داری است.

\* Shows the significant effect of treatments at probability level of 99%, <sup>ns</sup> is not significant.

کاوسی (۲۰۱۱)؛ هویز (۱۹۶۶)؛ نصیری (۲۰۱۲)؛ امین‌املشی و همکاران (۲۰۱۶) و فرگوسن و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد (۱۴، ۱۹، ۳۱، ۲، ۱۰). کاوسی و همکاران (۲۰۱۱) به این نکته اشاره کردند که سرشت

به‌طورکلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که با خشک شدن چوب مقاومت در برابر سوختن در بین گونه‌های درختی به‌شدت کاهش یافته می‌یابد. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج

گونه‌ها در مقاومت به آتش متفاوت است (۱۹) با توجه به نتایج این پژوهش و نظر دیگر پژوهش‌گران، می‌توان دریافت که رطوبت تأثیر قابل توجهی بر میزان مقاومت درختان جنگلی در برابر آتش‌سوزی دارد (۱۴، ۳۴). بررسی اثر مستقل و متقابل پوست و گونه بر روی زمان سوختن با استفاده از آزمون GLM نشان داد که اثر پوست به‌تنهایی و اثر متقابل پوست و گونه هر دو معنی‌دار بوده است (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس زمان سوختن کامل چوب گونه‌های درختی با توجه به پوست چوب.

**Table 2. Analysis of variance of complete wood burning time of tree species according to wood skin.**

تیمار Treatment	مجموع مربعات Sum of Squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	مقدار F F	معنی‌داری Sig.
مدل اصلاح‌شده Corrected Model	12783.333 <sup>a</sup>	11	1162.121	35.328*	0.000
گونه Sp	5998.333	5	1199.667	36.470*	0.000
پوست Skin	6201.667	1	6201.667	188.531*	0.000
پوست * گونه Sp * skin	583.333	5	116.667	3.547*	0.004
خطا Error	7500.000	228	32.895		
کل Total	219810.000	240			
تصحیح کل Corrected Total	20283.333	239			

\* نشان‌دهنده معنی‌داری اثر تیمارها در سطح اطمینان ۹۹ درصد.

\* Shows the significant effect of treatments at probability level of 99%.

### نتیجه‌گیری کلی

چوب بلوط و پس از آن بنه دارای بیش‌ترین مقاومت در برابر سوختن می‌باشد و گونه‌های کیکم و انجیر به‌ترتیب دارای کم‌ترین مقاومت در برابر سوختن بوده‌اند. در چوب‌های تر بیش‌ترین اختلاف در زمان سوختن کامل چوب‌های با پوست و بدون پوست در گونه بنه و پس از آن به ترتیب در گونه‌های ارژن و زالزالک و سپس بلوط، کیکم و انجیر دیده می‌شود و در چوب‌های خشک بیش‌ترین اختلاف در زمان سوختن کامل چوب‌های دارای پوست و بدون

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های زمان سوختن کامل چوب‌های با پوست و بدون پوست نشان می‌دهد که با برداشتن پوست در گونه‌های مختلف مقاومت چوب درختان در مقابل آتش به‌شدت کاهش یافته است. با برداشتن پوست بیش‌ترین کاهش زمان سوختن کامل در چوب بنه با ۱۴ دقیقه کاهش مشاهده شد پس از آن زمان سوختن کامل در بلوط، ارژن، کیکم، زالزالک و انجیر به ترتیب ۱۳، ۱۲، ۵، ۱۰، ۸ و ۴/۵ دقیقه کاهش یافت (شکل ۳).

که این عامل می‌تواند یکی از دلایل مقاومت بیشتر این گونه‌ها در مقایسه با سایر گونه‌های مورد بررسی، نسبت به سوختن باشد. هم‌چنین از دلایل دیگر می‌توان به میزان سختی چوب اشاره کرد که چوب بلوط جز چوب‌های نیمه سخت (درجه سختی ۳ تا ۶) می‌باشد و چوب انجیر بیش‌تر حالت ترد، نرم و سبک دارد.

از آنجایی که در سطح زاگرس و هم‌چنین در منطقه مورد مطالعه به علت‌های متفاوت (خشکسالی‌های پی‌درپی، آفات و بیماری‌ها، گردوغبار و ...) تعداد درختان خشک‌شده به‌صورت وسیع و فراوان وجود دارد که همه‌ساله در مواقع آتش‌سوزی سبب گسترش حریق گردیده و مهار آتش را با مشکل مواجه می‌نماید، بنابراین با جمع‌آوری اطلاعات از میزان درختان خشک‌شده در هر منطقه و هم‌چنین شناخت گونه‌های چوبی و دانستن میزان حرارت لازم برای سوزاندن و میزان سرعت سوختن در آگاهی و پیش‌آگاهی و مبارزه با حریق و تهیه امکانات و تجهیزات لازم در مناطق حساس با گونه‌ها و لاشبرگ‌های حساس بسیار مؤثر خواهد بود و می‌توان تمهیدات لازم را قبل از وقوع آتش‌سوزی اعمال نمود.

پوست در گونه بلوط و پس از آن به ترتیب در گونه‌های بنه، ارژن، کیکم، زالزالک و انجیر بوده است و با برداشتن پوست بیش‌ترین کاهش زمان سوختن کامل در چوب بنه با ۱۴ دقیقه کاهش مشاهده شد پس از آن زمان سوختن کامل در بلوط، ارژن، کیکم، زالزالک و انجیر به‌ترتیب ۱۳، ۱۲، ۵، ۱۰، ۸ و ۴/۵ دقیقه کاهش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در بین گونه‌های مورد بررسی نشان داد که وجود پوست سبب افزایش و برداشتن پوست چوب‌های تر و خشک باعث کاهش چشمگیری در مدت زمان سوختن کامل چوب‌ها می‌شود هم‌چنین وجود رطوبت سبب افزایش مقاومت بیش‌تر درختان در مقابل آتش می‌شود. ساختار پوست و نوع مواد تشکیل‌دهنده پوست و چوب هر درخت در هر گونه متفاوت می‌باشد و می‌تواند تأثیر زیادی بر روی میزان مقاومت درختان در برابر حریق داشته باشد. مشاهدات در حین آزمایش و اندازه‌گیری میزان ضخامت پوست گونه‌ها نشان داد که گونه‌های بلوط و بنه و ارژن دارای بیش‌ترین ضخامت پوست (حدود ۳ میلی‌متر) گونه‌های کیکم و زالزالک حدود (۲/۵ میلی‌متر) و گونه انجیر دارای کم‌ترین ضخامت پوست (۲ میلی‌متر) در بین گونه‌های مورد بررسی می‌باشند

#### منابع

1. Adeli, A., and Yakhkeshy, A. 1975. Forest protection. Tehran University Press. 702p. (In Persian)
2. Amin amlashi, M., Ghodskhah, M., Amir Bonyad, E., Porbabaie, H., Jafari, M., and Gholami, V. 2016. Simulation of fire behavior using FlamMap fire model in Arcfuels program (Case study of Takhsam afforestation in Guilan province). J. of Research on Protection and Conservation of Forests and Rangelands of Iran. 14: 1. 1-11. (In Persian)
3. Andreu, A., and Hermansen-Báez, A. 2008. Fire in the south 2: the southern wildfire risk assessment. A report by the southern group of state foresters. The University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. 32p.
4. Banjshafiei, A., Akbarinia, M., Jalali, S.Gh., Azizi, P., and Hosseini, S.M. 2007. The effects of fire on forest structure: Case study in Chelir, Kheyroudkenar, (Watershed number 45 Golband, Nowshahr). J. of Pajouhesh and Sazandegi. 76: 105-112. (In Persian)

5. Barani Fard, H., and Kavosi, M. 2015. Investigation of fire resistance of wood of broadleaf forest species in laboratory conditions (a case study in the forests of Golestan province). National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran. 2: 1-7. (In Persian)
6. Colins, B.M., and White, F.M. 1981. Elementary forestry. Reston Publishing, Virginia. 211p.
7. Demir, M., Küçükosmanolu, A., Hasdemir, M., and Acar, H.H. 2009. Assessment of forest roads and firebreaks in Turkey. African J. of Biotechnology. 8: 8. 4553-4561.
8. Ellis, P.F.M. 2011. Fuelbed ignition potential and bark morphology explain the notoriety of the eucalypt messmate 'stringy bark' for intense spotting. International J. of Wildland Fire. 20: 7. 897-907.
9. Farajzadeh, M., Ghavidel Rahimi, Y., and Mokri, S. 2015. Analysis of forest fires of climatic origin with satellite data in the Alborz region. J. of Spatial Analysis Environmental Hazards. 2: 3. 93-104. (In Persian)
10. Ferguson, S.A., Ruthford, J., Rorig, M., and Sand-berg, D.V. 2003. Measuring moss moisture dynamics to predict fire severity. In: Galley, K.E.M., Klinger, R.C. and Sugihara, N.G., (Eds.). Proc. of Fire Conference 2000: the First National Congress on Fire Ecology, Prevention, and Management. Misc Pub., No. 13, Tall Timbers Research Station, Tallahassee, FL: 211-217.
11. Gignoux, J., Clobert, J., and Menaut, J.C. 1997. Alternative fire resistance in Savana trees. Oecologia. 110: 4. 576-583.
12. Gill, A.M. 1995. Stems and fires. In: Gartner, N. G. (ed). Plant stems physiology and functional morphology. San Diego, CA, Academic Press. pp. 323-342.
13. Haubensak, K., Antonio, C.D., and Wixon, D. 2009. Effect of fire and environmental variables and composition in grazed salt desert shrublands of the Great Basin (USA). J. of Arid Environments. 73: 643-650.
14. Hoiz, D. 1966. Improving hornbeam wood by impregnation with synthetic resin. Hoiztechonl Dresden. 7: 3. 197-200.
15. Jahanbazi Gojani, H. 1999. Study of Elm habitat needs in Tang-e-Huni Bazaft, Master Thesis. Faculty of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 64p. (In Persian)
16. Jahdi, R., Darvishsefat, A.A., and Etamad, V. 2015. Evaluation of the effect of fuel moisture status on the spread and behavior of fire in Golestan National Park. J. of Forests and wood products. 68: 4. 813-799. (In Persian)
17. Jazirehei, M., and Ebrahimi Rostaqi, M. 2005. Silviculture of Zagros. Tehran University Press. 56p. (In Persian)
18. Jazirehei, M.H. 2005. Forest maintenance. Tehran University Press. 231p. (In Persian)
19. Kavosi, M., Salamati, H., Faridi, F., and Hazini, M. 2011. Effect of fire on the regeneration of trees in the forest of Golestan province. Proceedings of the First International Conference on Fire in the Natural Resources. Gorgan, 26-28 Oct. 2011, 36p. (In Persian)
20. Koutsias, N., and Karteris, M. 2000. Burned areas mapping using logistic regression modeling of a single post-fire Landsat-5 Thematic Mapper image. International J. of Remote Sensing. 21: 673-687.
21. Lentile, L.B., Holden, Z.A., Smith, A.M.S., Falkowski, M.J., Hudak, A.T., Morgan, P., Lewis, S.L., Gessler, P.E., and Benson, N.C. 2006. Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. International J. of Wildland Fire. 15: 319-345.
22. Makhdoom, M. 2002. The foundation of land management. Tehran-Univ. Press. 289p. (In Persian)
23. Marozas, V., Racinkas, J., and Bartkevicius, E. 2007. Dynamics of ground vegetation after surface fires in hemi boreal Pinus sylvestris forest. Forest Ecology and Management. 250: 2. 47-55.

24. Martinez, J., Vega-Garcia, C., and Chuvieco, E. 2009. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *J. of Environmental Management*. 90: 1241-1252.
25. Mirdavoodi, H.R., Marvi Mohajer, M.R., and Zahedi Amiri, Q.A. 2013. The effect of turbulence on plant diversity and invasive species in oak groves in western Iran (Case study: Dalab Ilam forest). *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 21: 16-1. (In Persian)
26. Mirki, M., Akbriania, M., Ghazanfari, H., Ezzati, S., and Heydari, A. 2013. Presentation of firefighting management strategies using decision support system in the forests of North Zagros (Case study of forests in Marivan). *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 21: 4. 755-742. (In Persian)
27. Moghadam, M.R. 2001. Range and range management. Tehran Univ. Pub. 470p. (In Persian)
28. Moghadam, M.R. 2001. Descriptive and statistical ecology of vegetation. Tehran University Press. 277p. (In Persian)
29. Moreira, F., Duarte, I., Catry, F., and Acácio, V. 2007. Cork extraction as a key factor determining postfire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal. *Forest Ecology and Management*. 253: 3. 30-37.
30. Nasiri, M., Sorkhi, A., and Hojjati, S.M. 2011. Determining high-risk zone of surface fire using the GIS. 1<sup>st</sup> International Conference on Wildfires in Natural Resources lands. 26-28 October, Gorgan, Iran. 9p. (In Persian)
31. Nasiri, M. 2012. Skidding routes simulation for opening access to high-risk fire areas. *World Applied Sciences J*. 16: 6. 791-798. (In Persian)
32. Nasiri, M. 2012. Investigation on wood resistance of different tree species to fire at Caspian forests of Iran. *Iranian J. of Forest and Poplar Research*. 20: 3. 505-512. (In Persian)
33. Neary, G., Klopatek, C., Debano, L.F., and Folioertt, P.F. 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*. 122: 51-71.
34. Palandzhyan, V.A., and Pinadzhyan, T.V. 1974. Interrelations between some anatomical and physical and mechanical properties of Hornbeam wood. *Sb. Tr. Arm. Nil stroit. Materialov I sooruzh*. 23: 122-131.
35. Pollet, J., and Brown, A. 2007. Fuel moisture sampling guide. Bureau of Land Management, Utah State Office. 30p.
36. Russell, S. 2005. Fuel loading, fuel moisture are important components of prescribed fire. *Rangelands*. 27: 5. 20-21.
37. Sedighi, M., Daryaei, M.G., Heidari, K.M., and Farahi, E. 2011. The effect of fire on plant species diversity of forest in Guilan province (Case study: Saravan). *Proceedings of the First International Conference on Fire in the Natural Resources*. Gorgan, 26-28 Oct. 2011: 7p (In Persian)
38. Soheili Isfahani, S., Borzozadeh, M., and Shah Mohammadi, A. 2009. Fire prevention management in warehouses in Isfahan province. *Third National Forest Conference, Proceedings of the Iranian Forestry Association*. (In Persian)
39. Turekova, I., Harangozo, J., and Martinka, J. 2011. Influence of retardants to burning lignocellulosic materials. *J. of Fires Sciences*. 17: 355-361.
40. Valendik, E., and Vekshin, V. 2005. Basics of fire management in Eurasia. *International Forest Fire News*. 32: 62-63.
41. Zhang, Q.F., and Chen, W.J. 2007. Fire cycle of the Canadas boreal region and its potential response to global change. *J. of Forest Research*. 18: 1. 55-61.

