



روند زوال بلوط در رویشگاه‌های جنگلی زاگرس

حسن جهانبازی^{۱*}، مهدی پورهاشمی^۲، یعقوب ایرانمنش^۳، معصومه خان حسنی^۴، مازیار حیدری^۵، حبیب‌اله رحیمی^۶، مهرداد زرافشار^۷، یوسف عسگری^۸، رضا کریمان^۹، محمدرضا نگهدار صابر^{۱۰}، داریوش مهدی‌فر^{۱۱}، جلال هناره^{۱۲} و فرحناز رشیدی^{۱۳}

مقدمه

کمبود جذب مواد غذایی در درختان (جهانبازی گوجانی و همکاران، ۱۳۹۹)، جهت جغرافیایی و موقعیت زمین (گودرزی و همکاران، ۱۳۹۵) و عمق کم خاک و شیب زیاد زمین (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۴) اشاره کرد. در این ارتباط، گزارش شد، زوال در اثر در معرض قرار گرفتن درختان تحت شرایط خاص طولانی نظیر رقابت زیاد، قرارگیری روی خاک‌های کم‌عمق و صخره‌ای و بالای یال، استقرار در مناطق با شیب زیاد، عوامل تشدیدکننده اقلیمی در طولانی‌مدت و عوامل ثانویه نظیر حشرات و بیماری‌ها، اتفاق می‌افتد (Manion, 1991). با این حال، یافته‌های اخیر نشان می‌دهد، تنش خشک‌سالی طولانی‌مدت و حاد بیشتر به‌عنوان عامل اصلی زوال بلوط اعلام شده است، این وضعیت معمولاً به شرایط و سنگ مادری خاک که ریشه در آن مهار شده است، دسترسی به منابع آب زیرزمینی (Costa et al., 2010)، افق سطحی خاک با حاصلخیزی کم که منجر به کاهش تغذیه درختان می‌شود (Demchik & Sharpe, 2000) یا ظرفیت پایین آب محبوس‌شده در خاک (Allen et al., 2010) بستگی دارد. به‌طورکلی، نارسایی

زوال بلوط، برای اولین بار در سال ۱۷۳۹ در آلمان و پس از آن در سال ۱۸۷۷ در کشور مجارستان گزارش شد. در ادامه، گزارشی از این پدیده به‌طور مکرر اعلام نشد تا اینکه در اواخر قرن بیستم، دوباره گزارش‌هایی درخصوص وقوع این پدیده اعلام شد. به‌نظر می‌رسد، «زوال بلوط/Oak decline» یک پدیده جهانی است، به‌طوری‌که علاوه‌بر مناطق مختلف اروپا، از آمریکا و ژاپن نیز گزارش شده است. پدیده زوال بلوط به‌طور گسترده به‌عنوان یک پدیده پیچیده ناشی از عوامل مختلف شناخته‌شده است که به‌طور آهسته در سال‌های متمادی اتفاق می‌افتد و ممکن است منجر به مرگ درخت نیز بشود (Gentilesca et al., 2017).

در ایران و در اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰، از استان‌های مختلف زاگرس نظیر ایلام، فارس، چهارمحال و بختیاری، لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، کرمانشاه و حتی خوزستان گزارش‌هایی مبنی بر زوال گونه‌های جنگلی از جمله بلوط ارائه شد. بر همین اساس، بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده توسط مراکز علمی و پژوهشی، بر علل زوال بلوط متمرکز شد.

از دلایل مهم اعلام‌شده می‌توان به فشار بیش از حد بر عرصه‌های جنگلی، ریزگردها (جهانبازی گوجانی و همکاران، ۱۳۹۷)، تغییر اقلیم و خشک‌سالی (عطارد و همکاران، ۱۳۹۴)، آفات و بیماری‌ها (کریمان و میرزایی، ۱۳۹۹)، کاهش مواد مغذی در خاک و



هیدرولیک ناشی از خشکی، به‌عنوان عامل اصلی زوال گونه‌های مختلف جنگلی از جمله بلوط در سراسر دنیا معرفی شده است (Choat et al., 2012). خشک‌سالی، موجب کاهش انتقال آب از ریشه به برگ و سبب تغییر در سیستم هیدرولیک درختان

*۱- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. پست الکترونیک: jahanbazy_hassan@yahoo.com

- ۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۵- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۶- کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۷- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۸- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کهگیلویه و بویر احمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۹- کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۱۰- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۱۱- کارشناس پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۱۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- ۱۳- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران



و در نتیجه خشکیدن شاخه‌ها و سرشاخه تاج، خشک شدن برگ‌ها و شاخه درختان می‌شود (Adams et al., 2013). یکی از عوامل مهم در زوال بلوط در لهستان، افزایش جمعیت زیاد حشرات ثانویه از جمله *Agrius bigottatus* اعلام شده است، به طوری که این حشره، اثر معنی‌داری بر زوال بلوط داشته و خیلی سریع، باعث مرگ درختان بلوط شده است، به ویژه در زمانی که تنش آبی در رویشگاه‌های بلوط وجود داشته و تأثیر آن بر درختان با سن بیشتر از ۳۰ سال، بیشتر اعلام شده است که در این شرایط، بهترین راهکار، قطع و خارج کردن درختان در اواخر زمستان یا اوایل بهار، اعلام شده است (Hilszczanski & Sierpinski, 2006).

تمرکز بر علل‌یابی پدیده زوال، کمک شایانی به اتخاذ تصمیم برای مدیریت جنگل‌های در معرض زوال دارد، ولی در این میان، آگاهی از روند و سرعت زوال و تأثیر آن بر آینده جنگل‌های درگیر با پدیده زوال و خشکیدگی، باعث اثرگذاری و هدافمند شدن برنامه‌های مدیریت کانون‌های درگیر با این پدیده خواهد شد.

چرا پایش زوال؟

زوال بلوط پدیده‌ای چندبعدی و پیچیده محسوب می‌شود که عوامل مختلف زیستی و غیرزیستی زمینه‌ساز بروز و شیوع آن هستند. سابقه بروز این پدیده به حدود سه قرن پیش باز می‌گردد و آخرین رخداد آن در برخی از کشورهای اروپایی در دهه ۱۹۸۰ میلادی به وقوع پیوست (پورهاسمی و همکاران، ۱۳۹۶). همان‌طور که اشاره شد، طی بیش از یک دهه از مشاهده و گزارش اولین آثار زوال بلوط در زاگرس، عمده پژوهش‌های انجام‌شده توسط مراکز دانشگاهی و پژوهشی، بر علل وقوع این پدیده متمرکز شد. در ابتدا، بیماری زغالی بلوط، اولین متهم اصلی زوال معرفی شد (میرابوالفتحی، ۱۳۹۲). سپس، دلایل دیگری از جمله فشار بیش

از حد انسان به واسطه زراعت و دامداری و برداشت درختان و کوبیدگی خاک، نفوذ ریزگردها و وجود عناصر سنگین در آن و ایجاد تنش عناصر سمی، کمبود بارش‌ها و تغییر نوع بارش و افزایش دما و در مجموع، تغییر اقلیم، قرارگیری درختان بلوط در خاک‌های کم‌عمق و رویشگاه‌های پرشیب (شکل ۱)، از علل اصلی این پدیده (زوال) معرفی شدند. در این رابطه، شاید مهم‌ترین مسئله مغفول‌مانده، تأثیر این پدیده بر وضعیت کمی و کیفی توده‌های جنگلی و آگاهی از روند زوال و شدت آن در رویشگاه‌های مختلف بلوط در زاگرس بود. برای پاسخگویی به این پرسش‌ها، بهترین اقدام، ایجاد قطعات ثابت در کانون‌های دارای خشکیدگی در مناطق مختلف زاگرس و پایش روند این پدیده طی سال‌های متمادی، برای دستیابی به اطلاعات کمی و کیفی از روند زوال و تأثیرات آن بر توده‌های جنگلی بود. از این رو، در رابطه با تصمیمات گروه مشورتی تدوین راهبردها برای مدیریت محیط‌های طبیعی ایران و در چهارچوب سیاست کلان پایش اکوسیستم‌های جنگلی ایران، قطعات نمونه با مساحت شناور (حضور ۱۰۰ اصله درخت در هر قطعه نمونه) در گستره اکولوژیکی رویشگاه‌های جنگلی زاگرس، به کار برده شد و طی چندین سال، هر ساله در زمان مشخص، صفات کمی و کیفی مرتبط با هر یک از پایه‌های درختی بلوط در آنها اندازه‌گیری شد. انجام این کار، ضمن دستیابی به اطلاعات ارزشمند در خصوص روند تأثیر پدیده زوال بر درختان بلوط، امکان مدیریت مناسب آن را در مقاطع حساس با ارائه روش‌های کاربردی فراهم خواهد کرد. برای پایش زوال در منطقه رویشی زاگرس، در هر استان، چهار قطعه نمونه پایش زوال (به استثنای آذربایجان غربی، دو قطعه) در نظر گرفته شد. در هر استان، در کانون‌های دارای زوال، دو قطعه نمونه (یکی در جهت شمالی و دیگری در جهت جنوبی) و در مناطق بدون زوال نیز دو قطعه نمونه (یکی در جهت شمالی و دیگری در جهت جنوبی) به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در این قطعات ضمن برداشت



شکل ۲- خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد تاج درخت بلوط در اثر پدیده زوال

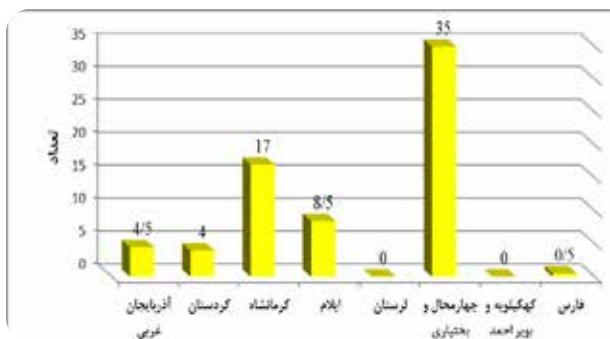
در این درختان، اولین آثار تنش با خشکیدگی سرشاخه درختان در بالاترین نقطه تاج، نمایان می‌شود. کاهش یا افزایش تعداد پایه‌های درختی در این طبقه، در کل نشانه خوبی نیست. افزایش تعداد پایه‌های درختی، به منزله کاهش درختان سالم و کاهش درختان سرخشکیده، نشانه پیشرفت زوال و خشکیدگی بخشی از تاج درخت است. تحلیل اطلاعات موجود نشان داد، بیشترین افزایش درختان سرخشکیده، متعلق به قطعات مستقر در استان کردستان با بیش از ۱۰ پایه و پس از آن استان‌های کهگیلویه و بویراحمد و لرستان بین ۵ تا ۱۰ درخت افزایش در این طبقه را داشتند، ولی در سایر استان‌ها، بیشینه افزایش درختان سرخشکیده، پنج اصله و کمتر بوده است و کمترین مقدار را به خود اختصاص داده بودند (شکل ۴).

تغییرات در طبقه درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد تاج

تغییرات درختان در این طبقه نیز نشانه تداوم و پیشرفت زوال بود. افزایش درختان در این طبقه، حکایت از کاهش سلامت درختان در دو طبقه سالم و سرخشکیده دارد و کاهش تعداد نیز نگرانی جدی را به همراه خواهد داشت. بدین ترتیب، تعدادی از درختان، با افزایش درگیری با پدیده زوال، بخش دیگری از تاج خود را از دست داده‌اند و بیش از ۵۰ درصد تاج آنها درگیر زوال و مستعد زوال کامل و مرگ تدریجی می‌شوند. تغییرات تعداد درختان در این طبقه نیز نشان داد، در کل، تعداد درختان افزایشی بوده و در استان ایلام بین ۵ تا ۱۰ درخت به این طبقه اضافه شده است و شدت آن نیز، زیاد برآورد شد. در قطعات مستقر در استان‌های چهارمحال و بختیاری و کرمانشاه، با افزایش بیش از ۱۵ اصله درخت در این طبقه، شدت آن در حد خیلی شدید بود، ولی در سایر استان‌ها بین صفر تا پنج درصد افزایش درخت در این طبقه وجود داشت که شدت آن کم تعبیر شد (شکل ۵).



شکل ۴- وضعیت تغییرات درختان سرخشکیده در قطعات نمونه کل زاگرس



شکل ۵- وضعیت تغییرات درختان با خشکیدگی کمتر از ۵۰ درصد تاج در قطعات نمونه کل زاگرس

موقعیت درختان، اطلاعات کمی آنها شامل قطر، ارتفاع و قطر بزرگ تاج و قطر عمود بر آن اندازه‌گیری شد. وضعیت درختان از نظر سلامت نیز ارزیابی و در پنج طبقه به شرح زیر، تقسیم‌بندی شدند. هر ساله، وضعیت کیفی درختان با مراجعه به قطعات نمونه، برداشت و روند تأثیر زوال بر آنها و سرعت احتمالی وقوع این پدیده در طول زمان، مشخص شد. از نظر سلامت، درختان در پنج گروه به شرح زیر طبقه‌بندی شدند و هر ساله وضعیت آنها ثبت شد. همچنین، وضعیت فعالیت آفات چوب‌خوار، برگ‌خوار و حتی موربانه و احتمالاً سرایت بیماری زغالی نیز هم‌زمان برای همه درختان قطعه‌نمونه ثبت شد.

طبقه اول: درختان سالم، شامل درختانی که هیچ‌گونه آثار خشکیدگی روی تنه، تاج و حتی سرشاخه‌های آن وجود ندارد. طبقه دوم: درختان دارای سرخشکیدگی، شامل درختانی است که آثار خشکیدگی روی سرشاخه‌های تاج وجود دارد. طبقه سوم: درختان با خشکیدگی تاج تا ۵۰ درصد، در این گروه، در اثر پیشرفت خشکیدگی، تا ۵۰ درصد تاج درخت دچار خشکیدگی کامل شده است.

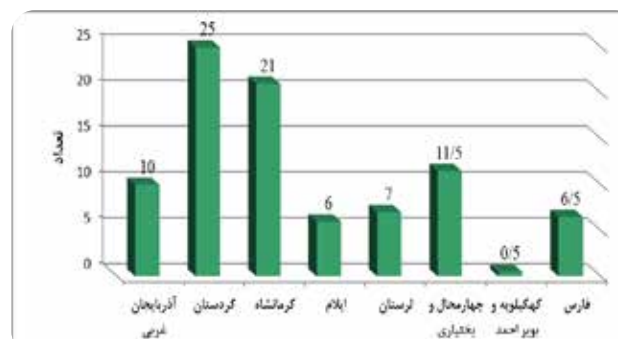
طبقه چهارم: درختان با خشکیدگی تاج بیش از ۵۰ درصد. تاج این گروه از درختان همگی، بیش از ۸۰ درصد دچار خشکیدگی شده‌اند و آثار فعالیت آفات و امراض روی تنه و تاج این درختان کاملاً مشهود است (شکل ۲). طبقه پنجم: درختان خشکیده. این گروه از درختان در اثر کامل شدن دوره و فرایند زوال، کاملاً خشکیده و دچار مرگ و زوال شده‌اند.

تغییرات کیفی درختان در کل قطعات زاگرس طی سه سال برداشت

تحلیل و مقایسه وضعیت درختان سالم در قطعات زوال در کانون‌های دارای زوال در امتداد گردیان اکولوژیکی شمال به جنوب زاگرس، حکایت از کاهش تعداد درختان سالم در تمام قطعات دارد. کمترین کاهش درختان سالم متعلق به سایت‌های مستقر در کهگیلویه و بویراحمد بود و در مقابل، بیشترین کاهش در قطعات نمونه استان‌های کردستان و کرمانشاه با بیش از ۱۵ درصد اتفاق افتاد. در سایر استان‌ها نیز کاهش درختان سالم در حد میانه و بین ۱۰ تا ۱۵ درصد برآورد شد (شکل ۳).

تغییرات در طبقه درختان سرخشکیده

اولین گروه درختان درگیر با پدیده زوال، درختان سرخشکیده هستند.



شکل ۳- وضعیت تغییرات درختان سالم در قطعات نمونه کل زاگرس

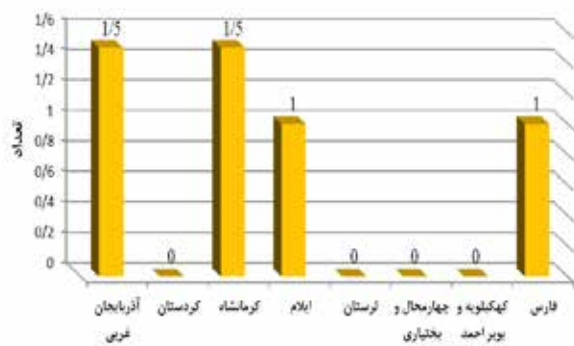


تغییرات درختان در طبقه خشکیدگی تاج با بیش از ۵۰ درصد

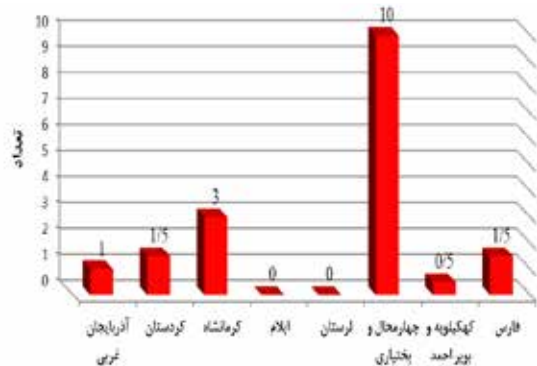
افزایش درختان در این طبقه نیز حکایت از کاهش سلامت درختان با خشکیدگی کمتر دارد و کاهش درختان در این طبقه منجر به خشکیدگی کامل یا زوال و حتی قطع درختان می‌شود که در هر دو حالت، نشان از فعال بودن پدیده زوال دارد. مقایسه تعداد درختان در ابتدا تا سه سال پس از برداشت اولیه، نشان داد، تغییرات درختان در این طبقه، بین صفر تا ۲ درخت بود که در همه استان‌ها، تعداد درختان در کل، در حد کمی افزایش داشت (شکل ۶).

تغییرات درختان در طبقه خشکیدگی کامل و قطع و خروج درختان

درختان در این حالت، هیچ‌گونه علائم حیاتی ندارند و به‌طور کامل خشک شده‌اند و مستعد قطع و خروج از جنگل توسط جنگل‌نشینان هستند. در این طبقه، فقط افزایش درختان اتفاق خواهد افتاد و بیشتر شدن تعداد این درختان در این طبقه، به معنای کاهش تراکم و کیفیت جنگل است. بررسی انجام‌شده نشان داد، در قطعات زوال مستقر در زاگرس، در تمام استان‌ها به غیر از چهارمحال و بختیاری، کمتر از پنج اصله و بین یک تا دو درخت در طی سه سال به این مرحله رسیده و با قطع از جنگل خارج شده است، ولی در استان چهارمحال و بختیاری وضعیت، نگران‌کننده است، زیرا در قطعات مستقر در جهت‌های جنوبی، ۱۵ و در قطعات مستقر در قطعات شمالی، ۶ درخت خشکیده و با قطع آن توسط مردم از جنگل خارج شده است.



شکل ۶- وضعیت تغییرات درختان با خشکیدگی بیش از ۵۰ درصد تاج در قطعات نمونه کل زاگرس

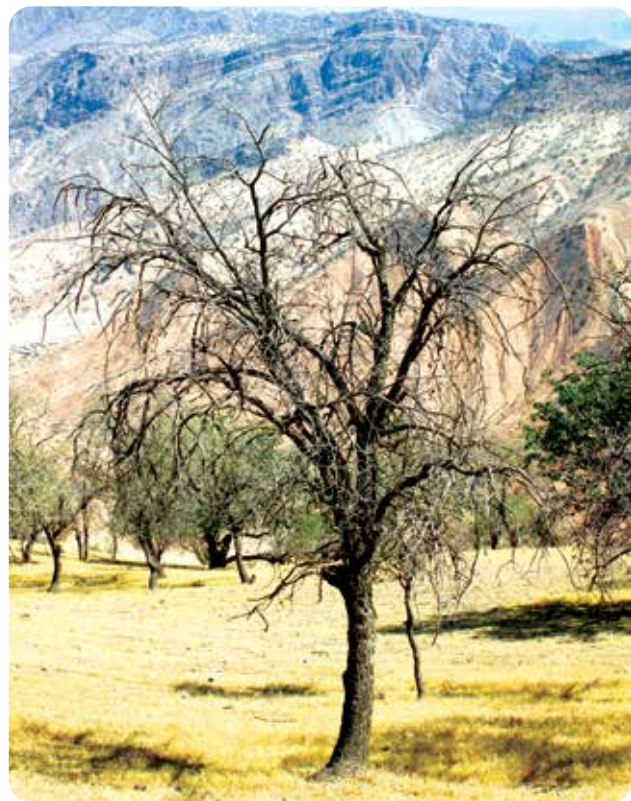


شکل ۷- وضعیت تغییرات درختان خشکیده در قطعات نمونه کل زاگرس

به‌طور کلی، در این استان، طی فقط سه سال، بیش از ۱۰ درصد از درختان مستقر در قطعات نمونه از جنگل خارج شده‌اند، این عدد در سطح بزرگ کانون‌های خشکیدگی، که بیش از ۳۰ هزار هکتار در این استان برآورد شده است (جهانبازی گوجانی و ایرانمنش، ۱۴۰۰)، در مجموع چند صد هزار اصله بسته به تراکم جنگل خواهد شد که این موضوع، نگرانی عمیق بابت آثار نامطلوب پدیده زوال در زاگرس و متأسفانه تداوم آن و کاهش تدریجی تراکم جنگل و کیفیت جنگل را به‌همراه خواهد داشت (شکل ۷).

نتیجه‌گیری کلی

تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده طی سه سال آماربرداری از قطعات پایش زوال در روبشگاه‌های جنگلی زاگرس نشان داد، پدیده زوال گونه‌های درختی استمرار دارد و هر ساله با پیشرفت زوال، از تعداد پایه‌های درختی با طبقات سالم، کاسته و بر تعداد پایه‌هایی با شدت خشکیدگی بیشتر افزوده می‌شود. کاهش تعداد پایه‌های سالم که با شدت‌های مختلف در سراسر گستره زاگرس (از شمال به جنوب) در حال وقوع است، حکایت از درگیری درختان بلوط با تنش‌های محیطی دارد. همچنین، افزایش درختان در سایر طبقات شامل سرخشکیده و خشکیدگی تاج تا ۵۰ و بیشتر از ۵۰ درصد، در بیشتر استان‌ها از جمله کردستان، کهگیلویه و بویراحمد، ایلام و چهارمحال و بختیاری، باعث نگرانی بابت پیشرفت فرایند زوال در درختان ارزشمند بلوط شده است. در این خصوص، نگرانی عمده از تداوم روند زوال درختان بلوط، خشکیدگی کامل این درختان (شکل ۸) و قطع و خروج آنها از جنگل است.



شکل ۸- خشکیدگی کامل بلوط در اثر پدیده زوال و مستعد قطع و خروج از جنگل

کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و کاهش تعداد درختان در واحد سطح موجب کاهش کمیت و کیفیت این رویشگاه‌ها خواهد شد. بررسی‌های انجام‌شده نشان داد، از نظر خشکیدگی کامل و خروج درختان از جنگل، بحرانی‌ترین قطعات در استان چهارمحال و بختیاری قرار دارند و پیشرفت پدیده زوال در این استان بسیار سریع‌تر از سایر رویشگاه‌های جنگلی زاگرس است، به طوری که بین ۶ تا ۱۵ درصد از درختان، فقط طی سه سال و میانگین سالیانه ۲ تا ۵ درصد به ترتیب در جهت‌های شمالی و جنوبی، با خشکیدگی کامل از جنگل خارج شده‌اند. این اعداد، در سطوح وسیع که کانون‌های درگیر زوال به‌شمار می‌آیند، به این مفهوم است که سالانه چند صد هزار اصله درخت بلوط با خشکیدگی ناشی از پیشرفت زوال از جنگل خارج می‌شود که سبب کاهش تراکم جنگل خواهد شد. ضمن اینکه، سبب افزایش خطر پدیده‌هایی نظیر سیل، رانش، فرسایش و لغزش نیز خواهد شد و به دنبال آن با کاهش نفوذپذیری آب در خاک، منابع آب‌های زیرزمینی نیز به مخاطره خواهد افتاد. بنابراین، ضرورت پایش و برنامه‌ریزی برای مدیریت کانون‌های دارای زوال با هدف جلوگیری از خشکیدگی رویشگاه‌های جنگلی، امری ضروری و غیرقابل اجتناب است. امید است به استناد نتایج این پژوهش، برنامه‌ریزی سریع و اصولی مبتنی بر دلایل وقوع و تداوم زوال براساس نتایج سایر پژوهش‌ها، در دستور جدی سازمان‌های متولی نظیر سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور و سازمان حفاظت محیط‌زیست قرار گیرد.

منابع

- پورهای، م.، جهانبازی گوجانی، ح.، حسین‌زاده، ج.، بردبار، س.ک.، ایران‌منش، ی. و خداکرمی، ی.، ۱۳۹۶. پیشینه زوال جنگل‌های بلوط زاگرس. طبیعت ایران، ۱۲(۱): ۳۰-۳۷.
- جهانبازی گوجانی، ح.، ایران‌منش، ی.، طالبی، م.، شیرمردی، ح.، محنت‌کش، ع.، پورهای، م. و حبیبی، م.، ۱۳۹۷. سنجش عناصر سنگین در برگ درختان سالم و خشکیده بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) در منطقه جنگلی هلن استان چهارمحال و بختیاری. جنگل و فراورده‌های چوب، ۱۱(۱): ۷۱-۸۷.
- جهانبازی گوجانی، ح.، ایران‌منش، ی.، طالبی، م.، شیرمردی، ح.، محنت‌کش، ع.، پورهای، م. و حبیبی، م.، ۱۳۹۹. تأثیر عامل‌های فیزیوگرافی بر جذب عناصر غذایی ضروری برگ در جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) دچار زوال بلوط (مطالعه موردی، منطقه هلن، استان چهارمحال و بختیاری). پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی ایران)، ۳۳(۳): ۷۳۴-۷۴۸.
- جهانبازی گوجانی، ح. و ایران‌منش، ی.، ۱۴۰۰. پهنه‌بندی زوال درختان و درختچه‌های جنگلی و پایش روند خشکیدگی در جنگل‌های استان چهارمحال و بختیاری. گزارش علمی تهیه‌شده توسط مرکز تحقیقات و آموزش استان به سفارش اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری، ۷۰ صفحه.
- عطار، پ.، صادقی، س. م.، طاهری سرتشیزی، ف.، سارویی، س.، عباسیان، پ.، مسیح پور، م.، کردرستمی، ف. و دریکومدی، آ.، ۱۳۹۴. اثرگذاری عوامل اقلیمی و تخییر تعلق بر زوال جنگل‌های زاگرس مرکزی در استان لرستان. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۱۳(۲): ۹۷-۱۱۲.
- کرمان، م. و میرزایی، ج.، ۱۳۹۹. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خشکیدگی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در استان ایلام. بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ۱۵: ۹۳-۱۰۳.
- گودرزی، ن.، زرگران، م.، بانج شفیعی، ع. و توکلی، م.، ۱۳۹۵. تأثیر جهت‌های جغرافیایی و موقعیت مکانی بر پراکنش زوال بلوط در جنگل‌های منطقه شورآب استان لرستان. پژوهش و توسعه جنگل، ۲۳(۳): ۲۸۷-۲۸۷.
- مهدوی، ع.، میرزایی زاده، و.، نیک‌نژاد، م. و کرمی، ا.، ۱۳۹۴. بررسی و پایش‌بینی زوال درختان بلوط با استفاده از ندل رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی، جنگل‌های بیوره ملک‌شاهی ایلام). تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۱۳(۱): ۲۰-۳۳.
- میرابولفتی، م.، ۱۳۹۲. شیوع بیماری زغالی بلوط و آزاد در جنگل‌های زاگرس و البرز. بیماری‌های گیاهی، ۴۹(۲): ۲۵۷-۲۶۳.
- Adams, H.D., Germino, M.J., Breshears, D.D., Barron-Gafford, G.A., Guardiola-Claramonte, M., Zou, C.B. and Huxman, T.E., 2013. Nonstructural leaf carbohydrate dynamics of *Pinus edulis* during drought-induced mortality reveal role for carbon metabolism in mortality mechanism. *New Phytologist*, 197: 1142-1151.
- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kizberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Emidova, N., Lim, J.H., Allard, G., Running, S.W., Semerci, A. and Cobb, N., 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259: 660-684.
- Choat, B., Jansen, S., Brodribb, T.J., Cochard, H., Delzon, S., Bhaskar, R., Bucci, S.J., Field, T.S., Gleason, S.M., Hacke, U.G., Jacobsen, A.L., Lens, F., Maherali, H., Martinez-Vilalta, J., Mayr, S., Mencuccini, M., Mitchell, P.J., Nardini, A., Pittermann, J., Sperry, J.S., Westoby, M., Wright, I.J. and Zanne, A.E., 2012. Global convergence in the vulnerability of forests to drought. *Nature*, 491(7426): 675-7.
- Costa, A., Pereira, H. and Madeira, M., 2010. Analysis of spatial patterns of oak decline in cork oak woodlands in Mediterranean conditions. *Annals of Forest Science*, 67(2): 204-214.
- Demchik, M.C. and Sharpe, W.E., 2000. The effect of soil nutrition, soil acidity and drought on northern red oak (*Quercus rubra* L.) growth and nutrition on Pennsylvania sites with high and low red oak mortality. *Forest Ecology and Management*, 136: 199-207.
- Gentilesca, T., Camele, I., Colangelo, M., Lauteri, M., Lapolla, A. and Ripullone, F., 2015. Oak forest decline in southern Italy: the study case of Gorgoglione forest. In: *Proceedings of the "2nd International Congress of Silviculture"*. Florence (Italy) 26-29 Nov 2014. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Florence, vol. II: 123-129. [online] URL: https://aisfdoit.files.wordpress.com/2016/03/vol_2_2cis_rev.pdf
- Gentilesca, T., Camarero, J.J., Colangelo, M. and Nole, A., 2017. Drought-induced oak decline in the western Mediterranean region: an overview on current evidences, mechanisms and management options to improve forest resilience. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 10(5): 796-806.
- Hilszczański, J. and Sierpinski, A., 2006. *Agrilus* spp. the main factor of oak decline in Poland. IUFRO Working Party 7.03.10 Proceedings of the Workshop. 121-125P, Gmunden/Austria
- Manion, P.D., 1991. *Tree disease concepts* (2nd ed). Prentice-Hall, Upper Saddle River, J, USA, pp. 416.