دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

تغییرات برخی از پارامترهای بیوشیمیایی و شاخص‌های فتوسنتزی در اثر گال در درختان بلوط ایرانی (مطالعه موردی: جنگل‌های زاگرس میانی)

شهرام مهدی کرمی[۱]، اکرم احمدی[۲]، ضیاءالدین بادەیان[۳] و زینب بارانی بیرانوند[۴]

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، (نویسنده مسوول: shahramkarami67@yahoo.com)
۲- فارغ التحصیل دکتری علوم جنگل، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان
۴- دانشجو کارشناسی ارشد، جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۳

چکیده

تشکیل گال در درختان نتیجه تغذیه حشرات گال‌زا است که از این طریق سبب ایجاد تنش در میزبان خود می‌شوند. پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات برخی از پارامترهای بیوشیمیایی و شاخص‌های فتوسنتزی در اثر ایجاد گال در درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های زاگرس میانی صورت پذیرفت. لذا، به منظور بررسی تاثیر گال ایجاد شده توسط حشرات *Gall midage* بر پارامترهای پرولین، آنتوسیانین، لیگنین و برخی از شاخص‌های فتوسنتزی در برگ درختان بلوط ایرانی، نمونه‌گیری از سرشاخه‌های درختان مبتلا به گال و درختان سالم در جنگل‌های بلوران شهرستان کوهدشت استان لرستان انجام شد. میزان لیگنین، پرولین و آنتوسیانین در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های بدون گال افزایش معنی‌داری را نشان دادند ($P\leq ۰/۰۱$). همچنین میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در سرشاخه‌های درختان مبتلا به گال در مقایسه با درختان سالم ، کاهش معنی‌داری را نشان دادند ($P\leq ۰/۰۱$). با توجه به نتایج، حضور حشرات گال‌زا بر روی درختان بلوط ایرانی نوعی آفت محسوب می‌شوند. لذا حضور چشمگیر حشرات گال‌زا و در نتیجه بروز این تغییرات در درختان، ضرورت کنترل حشرات گال‌زا و جلوگیری از ایجاد کانون‌های بحرانی در منطقه مورد مطالعه را نمایان می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، آنتوسیانین، لیگنین، رنگیزه‌های فتوسنتزی، گال

مقدمه

رشته‌کوه‌های طویل و نامنظم زاگرس، در سرتاسر طول متجاوز از هزار کیلومتری خود تحت سیطره اقالیم متنوعی قرار دارند. این تنوع اقلیمی به همراه تغییرات زمین‌شناسی و خاک‌شناسی، امکان پیدایش تیپ‌های گوناگون گیاهی را فراهم کرده است که هر یک از جهتی در خور توجه هستند. برای مطالعه بهتر جنگل‌های زاگرس را به سه قسمت شمالی، میانی و جنوبی تقسیم نموده‌اند که مهم‌ترین گونه جنگلی در این مناطق بلوط (Quercus) می‌باشد که بلوط *Q.infectoria* در قسمت‌های شمالی، گونه *Q, branti* و *Q, libani* در قسمت‌های میانی و گونه *Q,branti* بیشتر در قسمت جنوبی این جنگل‌ها پراکنش دارند (۲۲). وجود شرایط متفاوت رویشگاهی زمینه را برای حضور حشرات مختلف گال‌زا در جنگل‌های زاگرس فراهم نموده است (۲۷). در تعیین درجه قوت یا ضعف درختان جنگلی، عوامل زنده و غیرزنده از قبیل سن، تراکم توده، ژنتیک، رقابت، آفات و بیماری‌ها، پدیده‌های اقلیمی، دسترسی به نور، آب و مواد غذایی و فعالیت‌های مدیریتی اهمیت زیادی دارند. هر یک از عوامل یاد شده می‌تواند سبب ایجاد تنش در درخت شود. تأثیر این عوامل به‌طور معمول سبب تغییرات فیزیکی و شمیایی در تاج می‌شود (۱۹،۳۴). گیاه‌خواری به شکل‌های متفاوت دیده می‌شود و تشکیل گال یک نوع از آنها است (۲۴،۲۸،۳۶). گال در واقع رشد غیرعادی بافت گیاهی است که در اثر تخم‌گذاری حشره ماده گال‌زا در بافت گیاهی و نهایتاً در اثر واکنش گیاه نسبت به ترشحات لاروی عامل گال‌زا بوجود می‌آید. *Gall midage* از جمله حشراتی می‌باشد که سبب ایجاد گال در سطح رویی و زیرین برگ درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) می‌شود (۳۸).

حشرات گال‌زا سبب ایجاد تنش در میزبان خود می‌شود (۲۹). تنش از رشد گیاهان می‌کاهد و تولید محصول نیز در نتیجه بهم خوردن تعادل در جذب عناصر ضروری و آب و تنش اکسیداتیو کاهش می‌یابد. رشد گیاه و تولید زی‌توده به میزان فتوسنتز بستگی دارد و تنش عوامل محیطی به شدت بر فتوسنتز تأثیر می‌گذارند. بیش از ۸۰ گونه زنبور گال‌زا در عرصه‌های جنگلی زاگرس گزارش شده است (۲۹) که حضور این تعداد از زنبورهای گال‌زا و دیگر حشرات گال‌زا سبب تنش در رویشگاه‌های درختی زاگرس می‌شود. تفاوت در نوع و تعداد گال‌های تشکیل شده، نمایانگر تفاوت در تعداد و تنوع گونه‌های ایجادکننده این گال‌ها در آن منطقه می‌باشد. حشرات مولد گال روی گونه‌های مختلف درختان بلوط سبب تشکیل گال‌های مختلفی از لحاظ ساختمان و شکل ظاهری روی اندام‌های مختلف این درختان می‌شوند (۱۹،۳۶). گیاهان در برابر عوامل تنش‌زا از خود واکنش نشان می‌دهند فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، تانن‌ها، هیدروکسی سینامیک استرها و لیگنین‌ها از ترکیبات فنولی و جزو متابولیت‌های ثانویه حاصل از مسیر فنیل پروپانوئید هستند که در بافت‌های گیاهی به وفور یافت می‌شوند و گیاهان را در برابر تنش محافظت می‌کنند. آنتوسیانین‌ها یکی از شش گروه گسترده‌ی فنول‌های گیاهی هستند و به عنوان فلاونوئیدها شناخته شده‌اند و مسئول رنگ‌های متنوعی در بسیاری از گیاهان می‌باشند و بیش از ۵۴۰ رنگدانه آنتوسیانین در طبیعت شناسایی شده است (۷). صالحی اسکندری و کاویانی (۳۱) در

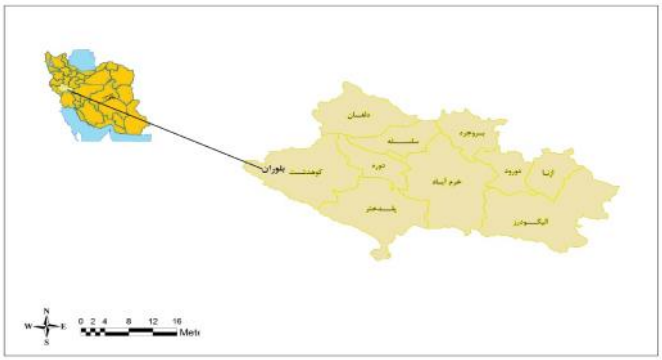
بررسی مقایسه برخی از تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشمیایی سرشاخه‌های گال‌دار و سالم درختان بید مجنون (*Salix babylonica*) پی بردند که مقدار کلروفیل‌های a، b و کل، کاروتنوئیدها، قندهای احیاءکننده، قندکل و پروتئین در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سالم کاهش معنی‌داری را نشان دادند. در حالی‌که مقدار آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنلی در سرشاخه‌های درختان دارای گال نسبت به سالم بیشتر بود. هرتلی (۱۴) ترکیبات ثانویه و مواد غذایی در بافت‌های گال‌دار و بدون گال را مورد مقایسه قرار داد و به این نتیجه رسید بافت‌های بدون گال مواد غذایی بیشتر و ترکیات ثانویه کمتری نسبت به بافت گیاهی گال‌دار. مهدی کرمی و همکاران (۲۳) در بررسی تاثیر گال بر روی ترکیبات ثانویه درختان بلوط ایرانی به این نتیجه رسیدند که میزان فنل کل، تانن کل، تانن متراکم، آنتی‌اکسیدان، قند نامحلول و قند محلول در سرشاخه‌های گال‌دار افزایش معنی‌داری نسبت به سرشاخه‌های بدون گال داشتند و از لحاظ ترکیبات فلاونوئیدی و پروتئین هر چند در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های بدون گال بیشتر بود اما تفاوت معناداری نداشتند. نتایج این مطالعه حاکی از تأثیرپذیری و تغییر ترکیبات ثانویه برگ درختان بلوط در اثر ایجاد گال می‌باشد. کاهش در مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی موجب خسارت اکسیداتیو در این گیاهان می‌گردد و محتوای قندی و ترکیبات هیدروکربنی را کاهش می‌دهد. از آنجایی‌که بقاء میزبان منجر به بقای انگل می‌شود، بنابراین تجمع آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنلی در گیاهان سبب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های اکسیداتیو می‌گردد (۳۱). فای (۱۱) در بررسی تاثیر حشره گال‌زای cynipid بر فتوسنتز و پتانسیل آب در بافت‌های گال‌دار به این نتیجه رسید که در اثر ایجاد گال شاخص‌های فتوسنتزی توسط حشره گال‌زا خصوصاً کلروفیل کاهش یافته است.

گال‌های ایجاد شده توسط عوامل گال‌زا ابزاری را فراهم می‌کنند که بوسیله آنها گیاه میزبان خطر و آسیب وارد شده از عوامل گال‌زا را از قسمت‌های اصلی گیاه مجزا می‌کند. به‌طور کلی عوامل گال‌زا برای گیاه میزبان با از بین بردن گل‌ها و دانه‌ها و از طرفی ایجاد رقابت برای جذب مواد فتوسنتزی و غذایی در قسمت گال نوعی خطر و تهدید محسوب می‌شوند (۳۱). جنگل‌های استان لرستان یکی از کانون‌های حشرات گال‌زا می‌باشند که با توجه به تخریب‌های نگران‌کننده جنگل‌های زاگرس و همچنین، خارج شدن از حالت تعادل طبیعی و فراهم شدن زمینه برای هجوم به درختان بلوط ایرانی، بررسی تغییر ترکیبات بیوشیمیایی و رنگیزه‌های فتوسنتزی درختان و بررسی عکس‌العمل درختان در برابر چنین شرایط محیطی لازم به نظر می‌رسد. با توجه به حضور قابل توجه حشرات گال‌زا در جنگل‌های بلوران استان لرستان و ایجاد گال فراوان، این پژوهش با هدف مقایسه تغییرات برخی از پارامترهای بیوشیمیایی و شاخص‌های فتوسنتزی در اثر ایجاد گال در درختان بلوط ایرانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه بلوران در ۳۷ کیلومتری غرب شهرستان کوهدشت با عرض جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۷ دقیقه و ۳۳ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. میانگین دمای سالانه این منطقه ۱۸-۱۶ درجه سانتی‌گراد و بارش سالانه ۴۰۰-۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد خاک این منطقه اغلب از سازندهای آهکی تشکیل شده است (شکل ۱). درختان این منطقه عمدتاً جنس بلوط و دارای فرم رویشی شاخه‌زاد و تک اشکوبه هستند.



شکل ۱- منطقه بلوران شهرستان کوهدشت استان لرستان
Figure 1. Blooran area of Kuhdasht city وLorestan province

جمع‌آوری ماده گیاهی

ابتدا واحدهای همگن فیزوگرافی با در نظر گرفتن فاکتورهای معمول شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا مشخص گردید سپس ۳۰ پلات دایره‌ای شکل با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع به صورت منظم تصادفی پیاده شدند و در نهایت نمونه‌گیری از سرشاخه‌های ۳۰ درخت مبتلا به گال انجام گرفت. در کنار هر یک از این درختان مبتلا، درختی سالم با ویژگی‌های قطر برابرسینه، ارتفاع، شرایط ظاهری و مورفولوژیکی تقریباً مشابه به عنوان شاهد انتخاب گردید، نمونه‌برداری از درختانی صورت گرفت که فاقد هر گونه علائم

پوسیدگی در تنه، حمله آفات، قارچ‌ها و بیماری‌ها و سایر تنش‌های محیطی بوده و تنها عامل اثرگذار بر درختان آلوده گال تشخیص داده شد (۱۸). پس از شماره‌گذاری آن‌ها را سریعاً با پوشش مورد نظر در کپسول ازت قرار داده (۱۸،۱۰) و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. به منظور بررسی اثرات گال بر روی درختان منطقه مورد بررسی، آزمایشات زیر انجام گرفت:

اندازه‌گیری آنتوسیانین

برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌های برگ از روش واگنر استفاده شد. ۰/۱ گرم از بافت تازه برگی را در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و اسید کلریدریک خالص به نسبت حجمی ۱:۹۹) کاملاً ساییده و عصاره در لوله‌های آزمایش سر پیچ‌دار ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه گیری شد. برای محاسبه غلظت ضریب خاموشی ۳۳۰۰۰۰ سانتی‌متر بر مول در نظر گرفته شد و نتایج بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر ارائه شد (۲۵،۲).

اندازه‌گیری پرولین

۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفاسالیسیلیک سه درصد به چهار گرم از پودر خشک برگ درختان آلوده به گال و سالم افزوده شد. سپس، بعد از چهل و هشت ساعت از صافی شماره یک عبور داده شد. یک میلی‌لیتر از محلول بدست آمده در لوله آزمایش ریخته شد و به آن یک میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین اضافه شد. سپس، لوله‌های آزمایش یک ساعت در حمام آب گرم (بن‌ماری) قرار داده شد و معرف تولوئن اضافه شد. در ادامه، جذب نوری نمونه‌ها با طول موج ۵۲۰ و استاندارد تولوئن اندازه‌گیری شد (۱۳،۱۲). کلیه آزمایش‌ها حداقل در پنج تکرار سنجش شدند و نتایج بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک ارائه شد.

اندازه‌گیری لیگنین

بدین منظور ۵۰ میلی‌گرم از برگ درخت با استفاده از ازت مایع به طور کامل پودر شد، سپس دو میلی‌لیتر اتانول ۹۹/۵ درصد به نمونه‌های پودر شده افزوده و در ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از خالی کردن شناور، پلت در متانول ۹۹/۵ درصد حل و دوباره در ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از حذف روشناور، پلت شب تا صبح در دمای اتاق خشک شد. در روز دوم، ۱۶۰۰ مایکرولیتر هیدروکلریک اسید ۲ نرمال و ۲۰۰ مایکرولیتر تیوگلیکولیک اسید به نمونه‌ها افزوده شد. پس از بستن درِ تیوپ‌ها با پارافیلم، به مدت ۸ ساعت درون حمام آب گرم ۱۰۰ درجهٔ سانتی گراد قرار گرفتند و هنگام جوشیدن چندین مرتبه نمونه‌ها ورتکس شدند. سپس نمونه‌ها در ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه و دمای چهار درجه‌سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند، پس از حذف روشناور، پلت دو بار با ۲ میلی‌لیتر آب مقطر شسته شد و ۱۶۰۰ میکرولیتر هیدروکسید سدیم یک نرمال به پلت افزوده و به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی گراد درون شیکر قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها در ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند، ۱۲۰۰ میکرولیتر از ۳ میلی‌لیتر از روشناور برداشته و به تیوپ ۱/۵ انتقال داده شد و ۲۴۰ میکرولیتر هیدروکلریک اسید غلیظ (۳۷درصد) به آن‌ها افزوده شد و به مدت چهار ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از سانتریفیوژ کردن نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه، روشناور تخلیه و پلت با آب دیونیزه دو مرتبه شست‌وشو و در ۱۲۰۰ میکرولیتر هیدروکسید سدیم یک نرمال حل شد. میزان جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۲۸۰ نانومتر به وسیلهٔ دستگاه اسپکتروفوتومتر و در برابر بلانک (هیدروکسیدسدیم یک نرمال) اندازه گیری شد. پس از تهیهٔ غلظت‌های مختلف لیگنین تجاری در هیدروکسید سدیم یک نرمال، منحنی جذب لیگنین تهیه و میزان لیگنین نمونه‌ها بر اساس میلی گرم بر میلی‌لیتر بیان شد (۳۹،۴).

اندازه‌گیری تاثیر گال بر رنگیزه‌های فتوسنتزی درختان بلوط ایرانی

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a و b، کلروفیل کل و کاروتنوئید با استفاده از روش (۲۱) انجام شد. ۰/۲ گرم از برگ‌های فریز شده انتهای گیاه (که با استفاده از نیتروژن مایع فریز شده و در فریز با دمای ۸۰- فریز شده بودند) با ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شد و پس از صاف کردن، جذب (A[1]) آن‌ها با اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد و غلظت رنگیزه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد و بر اساس میکروگرم بر گرم وزن خشک محاسبه شد.

(a) کلروفیل chla = 12.25 A663.2 - 2.79 A646.8

(b) کلروفیل chlb= 21.21 A646.8 - 5.1 A663.2

(کلروفیل کل) chlT= 7.15 A663.2 - 18.71 A646.8

(کاروتنویید) car = (1000A470 - 1.8 chla - 85.02 chlb)/198

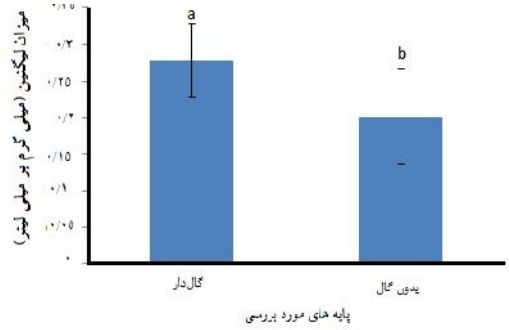
تجزیه و تحلیل داده‌ها

هر یک از نمونه‌ها پنج بار تکرار شدند، سپس نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. سپس به‌منظور مقایسه میزان پرولین، آنتوسیانین و لینگنین و همچنین رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید)، از آزمون t مستقل در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شود.

نتایج و بحث

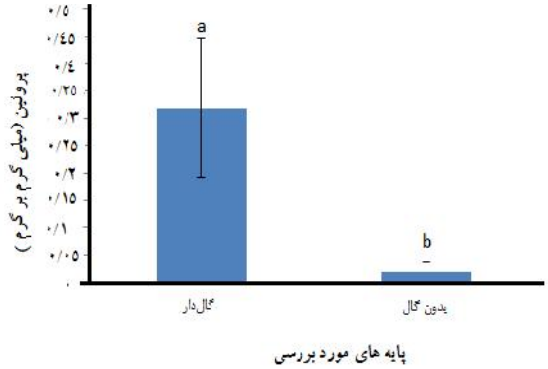
میزان لیگنین در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های بدون گال افزایش معنی‌داری نشان داد (P≤ ۰/۰۱ و t=-۳/۲۰۵) (شکل ۲). میزان پرولین نیز در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های بدون گال افزایش معنی‌داری داشت (P≤ ۰/۰۱ و t=-۸۰/۰۸۰) (شکل ۳).

1- Absorb



شکل ۲- میزان لیگنین (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) در ۵۰ گرم از سرشاخه‌های بدون گال و گال‌دار درختان بلوط ایرانی

Figure 2. Lignin amount 50 g(mg/ml) in twigs with and without gall in Iranian oak trees



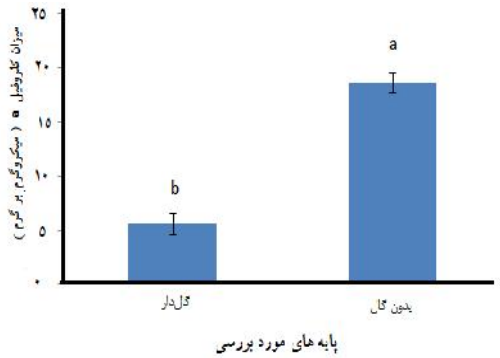
شکل ۳- میزان پرولین (میلی‌گرم بر گرم) در سرشاخه‌های بدون گال و گال‌دار درختان بلوط ایرانی

Figure 3. Proline amount (mg/ml) in twigs with and without gall in Iranian oak trees

میزان آنتوسیانین در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های بدون گال افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P\leq$ ۰/۰۱ و t= -۱۷/۳۴۶) (شکل ۴). همچنین میزان کلروفیل a ($P\leq$ ۰/۰۱ و t= ۳۴/۳۴۹)، کلروفیل b ($P\leq$ ۰/۰۱ و t= ۱۷/۶۰۲)، کلروفیل کل ($P\leq$ ۰/۰۱ و t= ۲۴/۵۵۵) و کاروتنوئید ($P\leq$ ۰/۰۱ و t= ۱۲/۲۱۳) در سرشاخه‌های درختان مبتلا به گال در مقایسه با سرشاخه‌های سالم کاهش معنی‌داری داشتند (شکل ۵، ۶، ۷ و ۸).

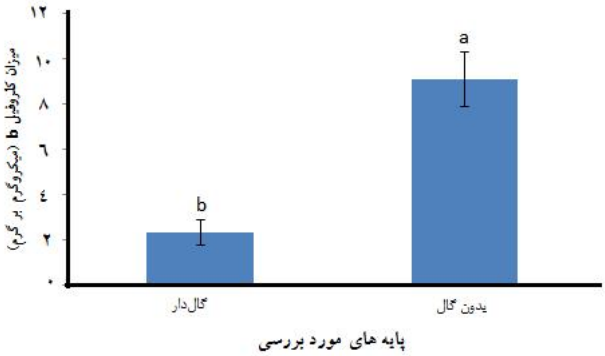
شکل ۴- میزان آنتوسیانین (میکرومول بر گرم) در سرشاخه‌های بدون گال و گال‌دار درختان بلوط ایرانی

Figure 4. Anthocyanin amount (µmol/g) in twigs with and without gall in Iranian oak trees



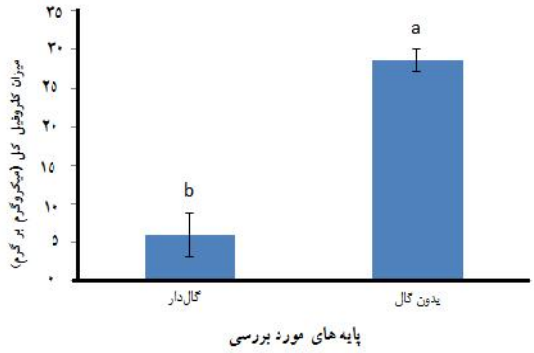
شکل ۵- میزان کلروفیل a (میکروگرم بر گرم) در سرشاخه‌های بدون گال و گال‌دار درختان بلوط ایرانی

Figure 5. Chlorophyll a amount (µg/g) in twigs with and without gall in Iranian oak trees



شکل ۶- میزان کلروفیل b (میکروگرم بر گرم) در سرشاخه‌های بدون گال و گال‌دار درختان بلوط ایرانی

Figure 6. Chlorophyll b amount (µg/g) in twigs with and without gall in Iranian oak trees



شکل ۷- میزان کلروفیل کل (میکروگرم بر گرم) در سرشاخه‌های بدون گال و گال‌دار درختان بلوط ایرانی

Figure 7. Total Chlorophyll amount (µg/g) in twigs with and without gall in Iranian oak trees

شکل ۸- میزان کاروتنوئید (میکروگرم بر گرم) در سرشاخه‌های بدون گال و گال‌دار درختان بلوط ایرانی
Figure 8. Carotenoids (µg/g) in twigs with and without gall in Iranian oak trees

نتایج نشان داد که میزان لیگنین در سرشاخه‌های گال‌دار بیشتر از سرشاخه‌های بدون گال است. گیاهان در برابر عوامل تنش‌زا از خود واکنش نشان می‌دهند. لیگنین‌ها از ترکیبات فنولی و جزو متابولیت‌های ثانویه حاصل از مسیر فنیل پروپانوئید هستند که در بافت‌های گیاهی به وفور یافت می‌شوند و گیاهان را در برابر تنش محافظت می‌کنند (۷).

افزایش میزان پرولین در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های بدون گال نشان‌دهنده تلاش گیاه برای حفاظت در برابر تنش وارده توسط عامل بیماریزا است. پرولین در بسیاری از گیاهان در تنش‌های محیطی، مانند بیماری، خشکی، شوری، دمای بالا، یخ‌زدگی، پرتوهای فرابنفش و فلزات سنگین تجمع می‌یابد و ساختار غشاء و پروتئین‌ها را تثبیت می‌نماید و ساختارهای درون سلول را محافظت می‌کند (۱). پرولین در مقایسه با سایر اسمولیت‌های متداول به‌ویژه قندهای معمولی و الکلی، از کارایی بالاتری جهت حفاظت در برابر تنش برخوردار است و با اثر مستقیم در ثبات بخشیدن به ماکرومولکول‌ها و لایه‌های آبگیری آن‌ها و نیز به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی خود، بطور غیرمستقیم اثر حفاظتی نشان می‌دهد (۹). تجمع پرولین در گیاهان طی سازگاری به تنش‌های محیطی توسط جان نثار و همکاران و اونسل و همکاران گزارش شده است (۲۶،۱۵). در این مطالعه، میزان آنتوسیانین در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های بدون گال افزایش معنی‌داری داشت که این نتیجه با مطالعات صالحی اسکندری و کاویانی و مهدی کرمی و همکاران مطابقت داشت (۳۱،۲۳). آنتوسیانین‌ها به عنوان گیرنده رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند و گیاهان را در برابر تنش‌های اکسیداتیو محافظت می‌کنند (۳۵،۵). در مسیر بیوسنتزی اتیلن، تولید ACC (اسید کربوکسیلیک) مرحله محدودکننده تولید اتیلن است و تنش‌های محیطی مثل خشکی، UV (اشعه ماوراء بنفش)، ازون، زخم و همچنین بیماری و آفات، این مرحله را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۸). اتیلن سنتز آنتوسیانین‌ها را در نور القاء می‌کند. اتیلن تولید شده در بافت‌های دارای گال با اثر بر روی آنزیم‌های مسیر بیوسنتزی آنتوسیانین‌ها باعث تجمع آنتوسیانین در گیاهان شده و از این طریق از گیاه در برابر تنش‌های اکسیداتیو حمایت می‌کند (۳۱). همچنین میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در سرشاخه‌های درختان مبتلا به گال در مقایسه با سرشاخه‌های سالم کاهش معنی‌داری نشان دادند فای (۱۱) بیان کرد که حشره گال‌زای cynipid سبب کاهش شاخص‌های فتوسنتزی خصوصاً کلروفیل می‌شود.

صالحی اسکندری و کاویانی (۳۱) نیز کاهش در رنگیزه‌های فتوسنتزی را در سرشاخه‌های گال‌دار نسبت به سرشاخه‌های سالم گزارش نمودند. در اثر تنش، میزان دی‌اکسید کربن قابل‌دسترس برای فتوسنتز به‌واسطه کاهش هدایت روزنه‌ای مزوفیلی کاهش می‌یابد و از طرف دیگر، کاهش مقدار تولید و ایجاد وقفه در فرآیند چرخه تثبیت کربن، به ایجاد محدودیت متابولیک و در ادامه به کاهش فتوسنتز منجر می‌شود (۲۷) سامسون و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش نمودند که در اثر ایجاد گال مقدار فتوسنتز کاهش و مهار فتوسنتزی در بافت‌های دارای گال افزایش یافته است (۳۲). در بافت‌های دارای گال، تولید رادیکال‌های آزاد صورت می‌گیرد (۳۰) که کلروفیل‌ها را در کلروپلاست تجزیه می‌کنند و ساختارهای تیلاکوئیدی ناپدید می‌شوند (۲۱،۲۰) و لذا موجب کاهش مقدار کلروفیل در گیاهان دارای گال می‌شود (۳۳،۳۱).

بطور کلی، از نتایج این تحقیق می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که حضور گال‌ها به منزله آفت برای درخت محسوب شده و سبب عکسل‌العمل درخت در برابر نیش حشرات می‌شود. این عکس‌العمل با توجه به ضعیف شدن شرایط رویشگاهی در جنگل‌های زاگرس، سبب از بین رفتن درختان بلوط ایرانی می‌شود. لذا پیشگیری از شیوع این گال‌ها و جلوگیری از ایجاد کانون‌های بحرانی در اثر حضور حشرات گال‌زا در جنگل‌های منطقه مورد بررسی ضروری به نظر می‌رسد و مسئولین امر بایستی توجه ویژه‌ای به این معضل داشته باشند تا از نابودی بیش از پیش توده‌های با ارزش بلوط ایرانی در جنگل‌های زاگرس جلوگیری شود.

منابع

1. Alimorad Negad, H. and Kh. Manochehri Kalantari. 2008. Effect ultraviolet radiation on seed germination and some biochemical parameters wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) under Shucuria stress. Scientific Journal Isfahan University, 35(6): 102-89 (In Persian).
2. Azadeh Dell, Sh., P. Hanachi and A. Saboora. 2017. Investigation of soluble and insoluble tannins and anthocyanins assay in two Cultivar pistachio (Pistacia vera L). 14(63): 179-186 (In Persian).
3. Banj Shafiei, A., M. Akbarinia, S. Jalali, P. Azizi and S. Hosseini. 2008. Effect fire on forest structure, series case study Chelire kheyroudkenar (Nos. 45 Noshahr dome). Research and Development, 20(3): 105-112 (In Persian).
4. Bruce, R.J. and C.A. West. 1989. Elicitation of lignin biosynthesis and isoperoxidase activity by pectic fragments in suspension cultures of castor bean. Plant Physiology, 91: 889-897
5. Choudhury, S. and S.K. Panda. 2004. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress in *Oryza sativa* L. roots. Plant Physiology. 30(3-4): 95-110.
6. Cornell, H.V. 1983. The secondary chemistry and complex morphology of galls formed by the Cynipinae. Why and how? American Midland Naturalist Journal. 110: 225-234.
7. Dai, J. and R.J. Mumper. 2010. Plant phenolic: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules (Basel, Switzerland), 15(10): 7313-52.
8. Davis, P.J. 2005. Plant hormones biosynthesis, signal transduction, action! Springer. Chapter F2.
9. Delauney, A.J. and D.P.S. Verma. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in Plant Journal 4: 215-223.
10. Fallah chai, M. and M. Yousefi. 2010. Determination of leaf area and amount high-consumption elements (nitrogen, phosphorus, calcium, potassium) found in *Pistacia mutica*. Case study in Yasouj forests. Quarterly journal natural resources science and technology, 3: 11-22 (In Persian).
11. Fay P.A., D.C. Hartnett and A.K. Knapp. 1993. Increased photosynthesis and water potentials in Silphium integrifolium galled by cynipid wasps. Oecologia. 93: 114–120.
12. Ghasempour, H. and C. Kianian. 2001. Effect Drought Stress on Free Proline, Total Protein, Soluble Sugar and Protein Profile in Disease Sporobolus elongates, Journal Tarbiat Moallem University, (1-2): 118-111 (In Persian).
13. Gorbanli, M.L. and M. Kianian. 2005. Effect of drought stress on soluble sugars, protein, proline, phenolic compounds and activity nitrate reductase enzymes in soybean Gorgan. Tarbiat Moallem University Science, 5: 550-537 (In Persian).
14. Hartley, S.E. 1998. The chemical composition of plant galls: are levels of nutrients and secondary compounds controlled by the gallformer. Oecologia. 113: 492-501.
15. Jan Nesar, M., Kh. Razavi and A. Saboora. 2009. Effect ABA and calcium on the variation some biochemical compounds of lagopoides Aeluropus species during compromise with salinity in laboratory culture conditions. Two scientific-research journals genetic research and breeding Iranian pasture and forest plants, 17(1): 15-28 (In Persian).
16. Jaziree, M.H. 2010. Forest Holdings, Tehran University Press, 231 pp (In Persian).
17. Jaziree, M.H. 2003. Zagros Forestry, University Press, 560 pp (In Persian).
18. Kartuli nejad, D., S.M. Hosseini, S.Kh. Mirna and Waf. Shayan Mehr. 2008. Effect of *Viscum album* L. mistletoe on four nutrients Mg, Zn, Mn, Na and leaf area and weights of host trees in Hirkani forests, research and construction, 52: 77-47.
19. Kenk, G. 1993. Growth in "declining" forests of Baden-Wurttemberg (southwestern Germany), Forest decline in the Atlantic and Pacific region, New York, NY, 397 pp.
20. Khanjani M. and M. Mirab Balo. 2006. Study on eriophyoid mites of walnut trees and their natural enemies in west of Iran. Iranian Journal of Biology, 19(4): 264 -475.
21. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350-382.
22. Marvie Mohajer, M.R. 2007. Silviculture. University of Tehran Press, 387 pp (In Persian).
23. Mehdi Karami, Sh, A, Ahmadi, F, Jafari asl, Z. Barani Beiranvand. 2017. Investigating the Effect of Gall on some phytoiochemical Compounds in *Quercus persica* Trees. Journal of plants Researches.volume 30
24. Molassiotis, A.N., T. Sotiropoulos, G. Tanou, G. Kofidis, G. Diamantidis and I. Therios. 2006. Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM 106 treated with NaCl, KCl , mannitiol or sorbitol. Biologia Plantarum, 50(1): 61-68.
25. Nadernejad, N., A. Ahmadimoghadam, J. Hossyinifard and S. Poorseyedi. 2013. Study of the rootstock and cultivar effect in PAL activity, production of phenolic and flavonoid compounds on flower, leaf and fruit in Pistachio (*Pistacia vera* L.). Journal of Plant Biology. (15): 95-110 (In Persian).
26. Oncel, I., Y. Keles and A.S. Ustun. 2000. Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in Wheat seedlings. Environp. Pollut, 107: 315-320.
27. Pallavi, S.h. and Sh.D. Rama. 2005. Lead toxicity in plant. Brazilian J Plant Physiol 17: 1-6.
28. Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60: 324-349.
29. Pirozi, F. and M. Tavakoli. 2011. The role oak corns in support the biological communities inhabiting it. National Conference on Forests Central Zagros: Capabilities and bottlenecks, 7 pp.
30. Price P.W., G.W. Femandes, and G.L. Waring. 1987. Adaptive nature of insect galls. Environmental Entomology, 16: 15-24 (In Persian).
31. Salehi Eskandari, B. and M. Kaviani. 2014. Trees and willow branches gall (Salix babylonica). Journal Plant Research (Iranian Journal Biology), 5: 889-885 (In Persian).

32. Samsone I., U. Andersone and G. Ievinsh 2011. Gall midge Rhabdophaga rosaria-induced rosette galls on Salix: morphology, photochemistry of photosynthesis and defense enzyme activity. Environmental and Experimental Biology, 9: 29-36.
33. Schaller, G. and J. Kieber. 2002. Ethylene. American Society of Plant Biologists, 1-17 pp.
34. Schomaker, M.E., S.J. Zarnoch, W.A. Bechtold, D.J. Latelle, W.G. Burkman and S.M. Cox, 2007. Crown-condition classification: a guide to data collection and analysis, 78 pp.
35. Somogy, M. 1952. Notes on sugar determination. Journal of Biological Chemistry, 195: 19-29.
36. Stone G.N., K. Schonrogge, R.J. Atkinson, D. Bellido and J. Pujade-Villar. 2002. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: *Cynipidae*). Annual Review of Entomology, 47: 633-668.
37. Tahmasebi Pour, N., A. Sohrabi, Z. Teymori Nejad and A. Amiri. 2012. Investigating the causes and factors destruction in Lorestan province, the first regional conference on sustainable development in the western regions the country. Challenges and solutions, 11 pp (In Persian).
38. Tavakoli, M. 2000. Final report of research project, collection and identification of oak galesian insects and their natural enemies in oak forests of Lorestan, Kurdistan and Kermanshah provinces. Forestry and Rangeland Research Institute the Country (In Persian).
39. Zarei, A., Z.A. Zamani, M.R. Fatahi Moghaddam, S.A.R. Salami and A. Mousavi. 2014. Determination lignin content in seed and activity peroxidase and laccase enzymes in Ariel Some soft and grape-seeded genotypes pomegranate in different growth stages fruit Iranian Horticultural Sciences, 3: 309-317 (In Persian).

Changes of Some Biochemical and Photosynthetic Indices Due to the Gall in Persian Oak Trees (Case Study: Forests of Middle Zagros)

Shahram Mehdi Karami[1], Akram Ahmadi[2], Ziaoddin Badeyan[3] and Zainab Barani Beiranvand[4]

1- Ph.D. Student in Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, (Corresponding Author: shahramkarami67@yahoo.com)
2- Ph.D. In Forest Sciences, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University
4- M.Sc. In Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University
Received: July 20, 2017 Accepted: January 13, 2018

Abstract

The formation of gall is one of the various types of vegetarianism, and gall producing insects cause stress in their hosts. The present study aimed to investigate the changes of some biochemical and photosynthetic indices due to the gall in Persian oak trees in Forests of Middle Zagros. Sampling was performed from trees infected by gall and healthy trees in Blouran forests. The results showed that the amount of lignin, proline and anthocyanin were increased significantly in infected trees compared to healthy trees ($P \leq 0.01$). Moreover, the indices of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid content were decreased significantly in infected trees ($P \leq 0.01$). According to the results, it can be concluded that the presence of insects producing gall on *Quercus branti* trees is considered as a pest. The increasing presence of these insects and the consequent changes in trees declare the necessity of the control of the pest and the prevention of the creation of critical spots.

Keywords: Anthocyanin, Gall, Lignin, Proline, *Quercus branti*