DOI: 10.22092/irn.2023.128688

دیدگاه

پایش آفات و بیماری‌های رویشگاه‌های صنوبر و بید در استان همدان

علیرضا رجبی‌مظهر *[1]، محمدابراهیم فراشیانی[2] و حسن عسگری[3]

مقدمه

صنوبرکاری در ایران، قدمتی به کهن‌سالی تمدن ایران دارد، درختان سریع‌الرشد و زودبازده، از دیرباز برای تولید چوب در کنار رودخانه‌ها، مسیر آبیاری، باغ‌ها، زمین‌های کشاورزی و منازل روستایی کاشته می‌شدند.

درختان صنوبر با ویژگی‌های منحصربه‌فرد نظیر قابلیت تولید ۳۰ تا ۴۰ مترمکعب چوب در هکتار در سال (طباطبایی، ۱۳۶۴)، کاربرد فراوان و گسترده در صنایع پیشرفته چوبی و مصارف روستایی و سنتی، قابلیت استفاده از برگ‌های آن در تغذیه دام، سهولت تکثیر و قابلیت کشت ارقام مختلف در شرایط اکولوژیکی متفاوت، همواره مورد توجه روستاییان و سایر تولیدکنندگان چوب بوده است. بنابراین، از میان گونه‌های سریع‌الرشد، صنوبر جایگاه خاص و منحصربه‌فردی را به‌ویژه در احداث توده‌های وسیع درخت‌کاری برعهده دارد. به‌گونه‌ای که اکنون سطوح بسیار وسیعی از کشورهای مختلف جهان نظیر ایتالیا، چین، ترکیه، اسپانیا و ...، زیر کشت گونه‌های مناسب صنوبر قرار دارند.

ارزش و اهمیت صنوبرها، تا به آنجا رسیده است که امروزه مؤسسات بسیاری در دنیا، فعالیت‌های گسترده‌ای را پیرامون آنها انجام می‌دهند. این مطالعات، شامل طیف وسیعی از مطالعات ژنتیکی با هدف پدیدآوردن دورگ‌ها و کلن‌های صنوبر برای سازگاری با شرایط آب‌وهوایی متفاوت و بالا بردن سطح کمی و کیفی چوب‌هایی است که در مدت زمان کوتاه‌تری، قابل بهره‌برداری هستند و ارزش‌های صنعتی دارند. همچنین، مطالعات بسیاری درمورد شیوه‌های کاشت و داشت صنوبرها و حمایت و حفاظت از آنها در کشورهای مختلف انجام شده، یا در حال انجام است.

ازآنجایی‌که صنوبر، یکی از درختان مهم غیرمثمر در استان همدان به‌شمار می‌رود، از لحاظ سطح زیر کشت با ۱۵۰۰ هکتار با حجم حدود ۱/۴۵ میلیون مترمکعب چوب و تعداد درخت سرپای صنوبر با همان سطح زیر کشت و حدود ۸ میلیون اصله در رتبه اول در منطقه غرب و در رتبه ششم در کل کشور قرار دارد و ازنظر اقتصادی نیز برای تولیدکنندگان چوب از اهمیت خاصی برخوردار است (میرآخورلو، ۱۳۹۸). سطح صنوبرکاری در کل کشور، برابر با ۳۲۰۰۰ هکتار است که حجم چوب قابل برداشت در استان‌های مختلف با توجه به مساحت‌های تعیین‌شده را درمجموع می‌توان، ۱۵/۹ میلیون مترمکعب برآورد کرد (کلاگری و همکاران، ۱۴۰۱).

صنوبرکاری‌های بومی استان همدان بیشتر از گونه *P. nigra* با نام‌های محلی صنوبر تبریزی (تاج‌بسته)، دله‌راجی (تاج‌باز) و آغاج است که ازنظر اقتصادی، کشاورزان تمایل بیشتری به کاشت آن در حاشیه مزارع، آبراهه‌ها و حاشیه رودخانه‌ها دارند. همچنین گونه *P. alba* با نام‌های محلی راجی، شال و سپیدار، به‌صورت توده‌های پراکنده همراه با گونه *P. nigra* در بیشتر نقاط استان پراکنش دارد (زارعی لطفیان، ۱۳۹۱؛ رجبی‌مظهر و زارعی لطفیان، ۱۴۰۱).

گونه‌های بومی درختان بید نیز در استان همدان شامل *Salix alba*، *S. babylonica*، *S. aegyptiaca*، *S. triandra* و *S. acmophylla* است (ثابتی، ۱۳۷۳؛ معصومی و همکاران، ۱۳۹۰). گونه *S. alba* با نام‌های محلی بید سفید و آق‌سویت و گونه *S. acmophylla* با نام زرد بید و گونه *S. triandra* به‌صورت منفرد، یا ترکیبی در نقاط مختلف استان در کنار رویشگاه‌های کران‌رودی پراکنش دارند. گونه‌های *S. aegyptiaca* و *S. babylonica* با نام‌های بیدمشک و بیدمجنون، جملگی به‌صورت دست‌کاشت در محیط‌های باغی، فضای سبز و پارک‌ها مشاهده می‌شوند.

در حال حاضر، عرصه‌های طبیعی تحت سیطره تغییرات اقلیمی و مسئله گرم شدن کره زمین قرار دارند. این موضوع، پایداری آنها را به خطر انداخته است که برای مقابله با آثار زیان‌بار ناشی از آن، باید راهکار خردمندانه‌ای اندیشیده شود. درمجموع، تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی‌های ممتد هواشناسی، خشک‌سالی‌های هیدرولوژیکی را به همراه داشته و درنتیجه،

۱*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات حفاظت و حمایت، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳-استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

سبب خشک شدن چشمه‌ها، رودخانه‌ها، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و بیلان منفی آبخوان‌ها شده است. برآیند عوامل یادشده، فرونشست زمین، شور و قلیایی شدن آبَ‌های زیرزمینی، گسترش پدیده بیابانی شدن و بروز ریزگردها و ... است که هم‌اکنون، به‌عنوان معضلات زیست‌محیطی بسیار مهم، در مناطق مختلف کشور رخ‌نمایی می‌کنند. از طرفی، در نتیجه کمبود رطوبت ناشی از این عوامل در اکوسیستم‌های طبیعی و اینکه پایداری و ظرفیت آنها به‌شدت در معرض خطر قرار گرفته است، بسیاری از عناصر گیاهی و جانوری موجود در چرخه زیستی این اکوسیستم‌ها، توانایی مقابله با تنش، استرس و آشفتگی‌های محیطی را از دست داده و دچار زوال شده‌اند که در نتیجه آن، بالاترین سطح تخریب اکوسیستم، یعنی فروپاشی اجزای اکوسیستم از همدیگر مشاهده می‌شود (جلیلی، ۱۴۰۰؛ معتمدی و همکاران، ۱۴۰۰). ازاین‌رو، شاهد طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی و گاهی آفات و بیماری‌های نوظهور در گستره عرصه‌های طبیعی هستیم که بسته به نوع آفت، گونه میزبان، مرحله رشدی آفت و خصوصیات رویشگاه‌های محل پراکنش درجه خسارت‌زایی آفات یادشده متفاوت خواهد بود.

برای پیش‌آگاهی، پیشگیری و مدیریت طغیان آفات و بیماری‌های گیاهی، نیاز به یک برنامه مدیریت جامع آفات و بیماری‌های گیاهی است (Wulff, 2011). طراحی یک برنامه مدیریتی جامع، نیازمند یک مجموعه اجزای اساسی شامل شناسایی آفات و بیماری‌های گیاهی و پایش فراوانی آنها و ارزیابی سطح زیان اقتصادی و استفاده صحیح و امن از روش‌های کنترل است. شرط لازم و ضروری، برای تصمیم‌گیری مؤثر و کارا در برنامه مدیریت جامع آفات، پایش هوشمند و مستمر در سطح رویشگاه‌های صنوبر و بید در اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی است.

پایش، استفاده از روش‌های متنوع و منظم جمع‌آوری اطلاعات از قبیل مشاهدات مستقیم، اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها در یک منطقه مشخص است. اهداف اختصاصی پایش، پیش‌بینی و ارزیابی آفات و بیماری‌های کلیدی و حشرات غیرمفید، فراهم آوردن اطلاعات برای انتخاب و اقدامات مناسب کنترل، ارزیابی اثربخشی و ایجاد تاریخچه زندگی آفات و بیماری‌های گیاهی در منطقه موردمطالعه است. درنتیجه، به‌عنوان زیربنایی برای مدیریت آفات و بیماری‌ها، امکان کنترل به‌موقع و صحیح عوامل خسارت‌زا را فراهم می‌آورد.

یکی از اصول مهم تدوین و اجرای برنامه‌های مدیریت جامع منابع طبیعی و کشاورزی پایدار، سیستم پایش هوشمند و منظم است. پایش منظم و گردآوری اطلاعات از پتانسیل‌ها و خطرات در چرخه کشاورزی و منابع طبیعی، می‌تواند محدودیت‌های بسیاری را در رابطه با کنترل بیولوژیک برطرف سازد. مطالعه وضعیت قبلی و شرایط فعلی آفات و بیماری‌های گیاهی و محدودیت‌های کنترل آنها در برنامه پایش، مدیریت را به سمت اطلاعات کاربردی در رابطه با وجود، زمان ظهور در طی سال، چگونگی میزان کنترل با روش استفاده‌شده و تأثیر روش‌های کنترل استفاده‌شده این عوامل سوق می‌دهد. با دانش پایش، برنامه‌ریزان و تولیدکنندگان، می‌توانند برنامه‌های کنترل بیولوژیک را در مدیریت جامع، جهت کاهش خسارت آفات و بیماری‌های گیاهی به زیر سطح آستانه اقتصادی توسعه دهند (Dent, 2000؛ Moody, 1989).

در برنامه پایش، اگر مشاهده شود آفتی به سطح خسارت اقتصادی رسیده است، با یک مدیریت جامع کنترل بیولوژیک و حشره‌کش‌های سازگار با محیط، جمعیت آنها به زیر سطح خسارت رسانیده خواهد شد. ازاین‌رو، لزوم پایش آفات و بیماری‌های گیاهی عرصه‌های طبیعی، محرز و روشن است. بر همین اساس، در مقاله پیش‌رو، خلاصه‌ای از اقدامات و یافته‌های اولیه در خصوص آفات و بیماری‌های رویشگاه‌های صنوبر و بید در استان همدان ارائه می‌شود.

برای این منظور، چهار رویشگاه (سایت) معرف در مناطق مختلف آب‌وهوایی استان در نظر گرفته شد (شکل ۱). رویشگاه‌های یادشده، ازنظر پوشش گیاهی، خاک، توپوگرافی و واحد اراضی، نماینده سطح وسیعی از منطقه هستند که نتایج حاصل از اندازه‌گیری شدت آلودگی هر یک از آفات و بیماری‌ها قابل تعمیم به رویشگاه‌های مشابه است.

پس از انتخاب رویشگاه‌ها، با پیمایش میدانی، چک‌لیستی از آفات خسارت‌زا و بیماری‌های موجود در منطقه تهیه شد و در گام بعد، با نمونه‌برداری به روش خطی در نقاط تعیین‌شده، طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۸، شدت آلودگی و سطح خسارت‌زای هر یک از آفات و بیماری‌ها برآورد شد. برای این منظور، از حاصلضرب درصد آلودگی هر یک از آفات و بیماری‌ها در سطح پوشش گونه‌های صنوبر و بید در رویشگاه‌های محل پراکنش، شدت آلودگی در واحد سطح محاسبه شد. درنهایت، با در نظر گرفتن نوع، اهمیت و شدت آلودگی، آفت در اولویت حفاظت و حمایت در سطح رویشگاه‌ها معرفی شد.

آفات و بیماری‌های مهم رویشگاه‌های صنوبر و بید

براساس مشاهده‌های میدانی و منابع موجود (خیال و صدرایی، ۱۳۶۳؛ عبایی، ۱۳۷۸؛ رجبی‌مظهر و همکاران، ۱۳۸۵؛ عبایی و

حیدره همدان — نجفیه تویسرکان — صالح‌آباد — دربند اسدآباد

شکل ۱- نمای کلی از رویشگاه‌های صنوبر و بید

عسکری، ۱۳۹۴)، عوامل مهم خسارت‌زا در رویشگاه‌های صنوبر و بید، به شرح جداول ۱ و ۲ است.

در این ارتباط، ۱۵ آفت مهم از عوامل خسارت‌زا، در رویشگاه‌های محل پراکنش صنوبر و بید وجود دارد که برخی از عوامل خسارت‌زای فعال روی گونه‌های صنوبر و بید (نظیر سنک، سوسک چوب‌خوار، سوسک طوقه، سوسک برگ‌خوار، کرم خراط، کنه تارتن و بیماری فتیله نارنجی و زنگ) مشترک هستند.

بیشترین میزان آلودگی، مرتبط با سنک صنوبر و شته‌مومی صنوبر در مرحله رشدی پورگی روی گونه‌های بومی *Populus alba* و *P. nigra*، همچنین سنک بید روی گونه‌های *Salix alba*، *S. triandra*، *S. acmophylla* و *S. aegyptiaca* است.

کمترین میزان آلودگی نیز مرتبط با سوسک برگ‌خوار، مینوز برگ، کنه تارتن، زنگ برگ، فتیله نارنجی، لکه برگی و سرمازدگی در مراحل رشدی مختلف روی گونه‌های *P. alba* و *P. nigra* و سپردار واوی بید، کنه‌های گالزای آبله‌ای، کنه گال جاروی جادوگر، کنه تارتن، سوسک برگ‌خوار و سوسک چوب‌خوار روی گونه‌های مختلف بید است.

درمجموع، میزان آلودگی آفات یادشده در رویشگاه‌های صنوبر و بید، به‌ترتیب اهمیت، به‌شرح ذیل است:

سنک صنوبر= شته‌مومی صنوبر> سوسک چوب‌خوار= شته کال مارپیچی= شته گال تاج‌خروسی= شته گال کوزه‌ای= پسیل برگ صنوبر> سوسک برگ‌خوار= مینوز برگ= کنه تارتن= فتیله نارنجی= لکه برگی= سرمازدگی

سنک بید> پشه گال لوبیایی ساقه= زنبور گال لوبیایی برگ=

جدول ۱- فهرست آفات و بیماری‌های مهم رویشگاه‌های صنوبر

نام فارسی آفت	نام علمی آفت	گونه میزبان	ایستگاه/ مکان				درجه اهمیت (۵-۱)*			مرحله رشدی خسارت‌زای آفت
			حیدره همدان	نجفیه تویسرکان	درند اسدآباد	صالح‌آباد	زیاد (۵-۴)	متوسط (۳-۲)	کم (۱)	
سنک صنوبر	*Monsteira unicostata*	*Populus spp.*	×	×	×	×	۴	–	–	پوره
شته‌مومی صنوبر	*Phloeomyzus passerinii*	*P.nigra*	×	×	×	×	۴	–	–	پوره
سوسک چوب‌خوار	*Melanophila picta*	*Populus spp.*	×	×	×	×	–	۲	–	لارو
شته گال مارپیچی	*Pemphigus spyrothecae*	*P.nigra*	×	×	×	×	–	۲	–	پوره
شته گال تاج‌خروسی	*Pemphigus vesicarius*	*P.nigra*	×	×	×	×	–	۲	–	پوره
شته گال کوزه‌ای	*Pemphigus borealis*	*P.nigra*	×	×	×	×	–	۲	–	پوره
پسیل برگ صنوبر	*Camarotoscena fulgidipennis*	*P.nigra*	×	×	×	×	–	۲	–	پوره
سوسک برگ‌خوار	*Melasoma populi*	*P.nigra*	×	×	×	×	–	–	۱	پوره
پروانه گالزا	*Paranthrene tabaniformis*	*Populus spp.*	–	–	–	–	–	–	۰	لارو
مینوز برگ	*Lithocolletis populifoliella*	*P.nigra*	×	–	–	×	–	–	۱	لارو
کنه تارتن	*Tetranychus urticae*	*Populus spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	کامل-لارو
زنگ	*Melampsora allii-populina*	*Populus spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پوره
فتیله نارنجی	*Cytospora chrysosperma*	*Populus spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پیکنید قارچ
لکه برگی	*Septoria populi*	*Populus spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پیکنید قارچ
سرمازدگی		*P.nigra*	–	×	–	–	–	–	۱	–

* (صفر= بدون خسارت)، (یک= ۵ تا ۲۰ درصد خسارت)، (دو = ۲۱ تا ۴۰ درصد خسارت)، (سه= ۴۱ تا ۶۰ درصد خسارت)، (چهار= ۶۱ تا ۸۰ درصد خسارت) و (پنج= ۸۱ تا ۱۰۰ درصد خسارت)

جدول ۲- فهرست آفات و بیماری‌های مهم رویشگاه‌های بید

نام فارسی آفت	نام علمی آفت	گونه میزبان	ایستگاه/ مکان				درجه اهمیت (۵-۱)*			مرحله رشدی خسارت‌زای آفت
			حیدره همدان	نجفیه تویسرکان	درند اسدآباد	صالح‌آباد	زیاد (۵-۴)	متوسط (۳-۲)	کم (۱)	
سنک بید	*Monosteira unicostata*	*Populus spp.* *Salix spp.*	×	×	×	×	۴	–	–	پوره
پشه گال لوبیایی ساقه	*Rhabdophaga salicis*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	۲	–	پوره
زنبورگال لوبیایی برگ	*Pontania vesicator*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	۲	–	لارو
شته خالدار بید	*Tuberolachnus salignus*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	۲	–	پوره
شته سیاه بید	*Chaitophorus niger*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	۲	–	پوره
شته بید	*Chaitophorus saliciti*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پوره
شته سبز	*Aphis farinosa*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پوره
سپردار واوی بید	*Chionaspis salicis*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پوره
کنه گال جارو جادوگر	*Eriophyes triradiatus*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	لارو
کنه گال آبله‌ای برگ	*Aculus tetanothrix*	*Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	لارو
سوسک چوب‌خوار	*Melanophila picta*	*Populus spp.* *Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پوره
سوسک برگ‌خوار	*Melasoma saliceti*	*Populus spp.* *Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	لارو
کنه تارتن	*Tetranychus urticae*	*Populus spp.* *Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	کامل-لارو
بیماری فتیله نارنجی	*Cytospora chrisosperma*	*Populus spp.* *Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پیکنید قارچ
زنگ بید	*Melampsora sp.*	*Populus spp.* *Salix spp.*	×	×	×	×	–	–	۱	پیکنید قارچ

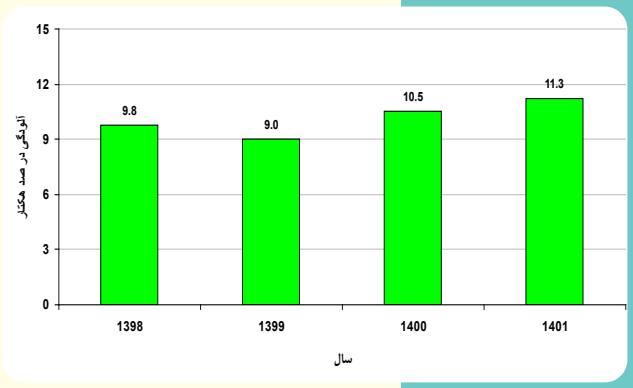
* (صفر= بدون خسارت)، (یک= ۵ تا ۲۰ درصد خسارت)، (دو = ۲۱ تا ۴۰ درصد خسارت)، (سه= ۴۱ تا ۶۰ درصد خسارت)، (چهار= ۶۱ تا ۸۰ درصد خسارت) و (پنج= ۸۱ تا ۱۰۰ درصد خسارت)

شته خالدار بید= شته سیاه بید> کنه گال آبله‌ای بید= کنه گال جاروی جادوگر= کنه تارتن= سپردار واوی بید= فتیله نارنجی= لکه برگی

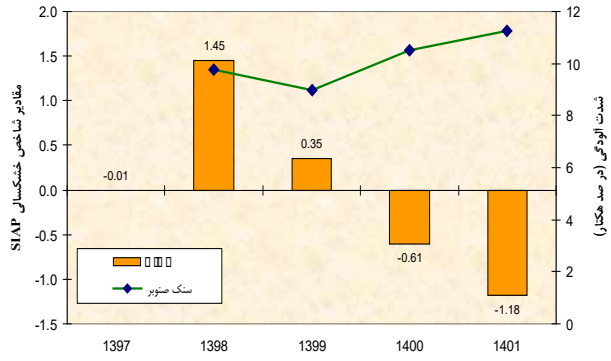
روند تغییرات آفات و آلودگی رویشگاه‌های صنوبر

الف) روند تغییرات سنک صنوبر

روند تغییرات سنک صنوبر و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۲ و ۳) نشان داد، با افزایش تنش خشکی (شدت خشک‌سالی) در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره (شکل‌های ۴ و ۵)، افزایش پیدا کرده و درنتیجه، بر شدت آلودگی‌ها اضافه شده است. در این ارتباط، در سال ۱۳۹۷ و قبل از شروع مطالعه، سال نرمال ازنظر بارندگی بوده است. در سال ۱۳۹۸، ترسالی خیلی‌شدید، در سال ۱۳۹۹، ترسالی خفیف، در سال ۱۴۰۰، خشک‌سالی متوسط و در سال ۱۴۰۱ نیز خشک‌سالی شدید در منطقه حاکم بوده است.



شکل ۲- روند تغییرات سنک صنوبر و آلودگی رویشگاه‌های صنوبر طی سال‌های مختلف



شکل ۳- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی سنک صنوبر

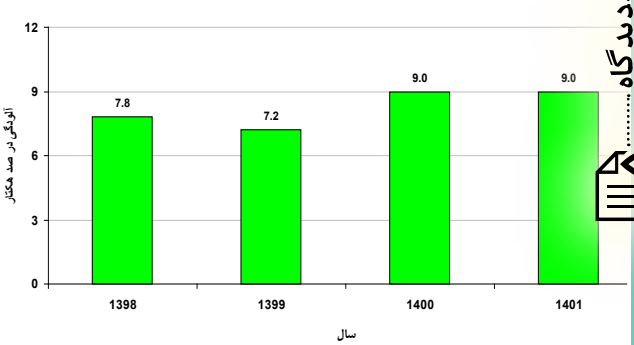
شکل ۴- تجمع پوره‌های سنک پشت برگ
الف- برگ گونه *P. nigra*، ب- برگ گونه *P. alba* (اصلی)

شکل ۵- سنک صنوبر
الف- نمای حشره کامل، ب- پوره‌های حشره پشت برگ *S. alba*

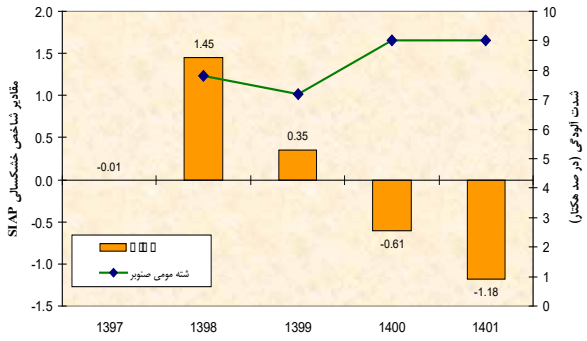
ب) روند تغییرات شته‌مومی صنوبر

این حشره (شکل ۶)، خاص گونه صنوبر تبریزی *P. nigra* است و در بیشتر نقاطی که درخت میزبان پراکنش دارد، مشاهده شد.
در این ارتباط، روند تغییرات شته‌مومی صنوبر و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۷ و ۸) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره، افزایش پیدا کرده و درنتیجه، بر شدت آلودگی‌ها اضافه شده است.

شکل ۶- شته‌مومی صنوبر
الف- تجمع روی پوست صنوبر تبریزی، ب- نمای پوره کامل با پوشش مومی در آزمایشگاه



شکل ۷- روند تغییرات شته‌مومی صنوبر تبریزی (*P.nigra*) و آلودگی رویشگاه‌های صنوبر طی سال‌های مختلف

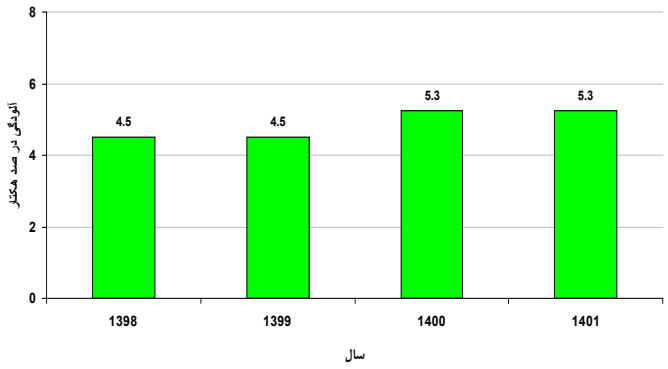


شکل ۸- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی شته‌مومی صنوبر تبریزی (*P.nigra*)

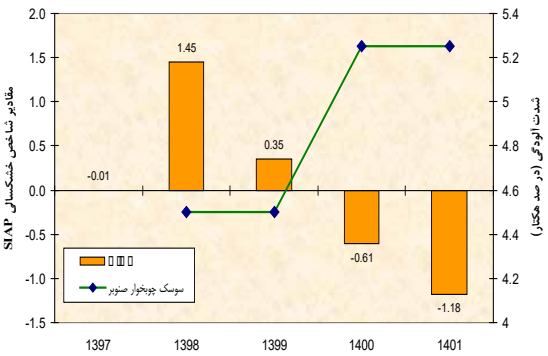
ج) روند تغییرات سوسک چوب‌خوار صنوبر

این حشره از آفات ثانوی و مشترک گونه‌های تندرشد صنوبر و بید به‌شمار می‌رود (شکل ۹). روند تغییرات سوسک چوب‌خوار صنوبر و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۱۰ و ۱۱) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره (شکل ۹)، افزایش پیدا کرده و درنتیجه، بر شدت آلودگی‌ها اضافه شده است. به‌عبارت‌دیگر، هم‌زمان با بروز دوره‌های مصادف با کم‌آبی و خشک‌سالی در طبیعت، میزان آلودگی درختان میزبان به این حشره افزایش پیدا کرد.

شکل ۹- سوسک چوب‌خوار صنوبر و بید الف- نمای حشره کامل، ب- مجاری خروج لارو حشره روی تنه صنوبر (اصلی)



شکل ۱۰- روند تغییرات سوسک چوب‌خوار صنوبر و آلودگی رویشگاه‌های صنوبر طی سال‌های مختلف



شکل ۱۱- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی سوسک چوب‌خوار صنوبر

د) روند تغییرات شته‌های گالزای صنوبر

این حشرات (شکل ۱۲)، به‌طور ویژه روی گونه صنوبر تبریزی *P. nigra* مشاهده می‌شود و در بیشتر نقاطی که درخت میزبان پراکنش دارد، مشاهده شد.

در این ارتباط، روند تغییرات شته گالزای صنوبر و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف در شکل‌های ۱۳ و ۱۴ ارائه شده است. بررسی‌ها نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۳۹۹، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره، افزایش پیدا کرده و درنتیجه، بر شدت آلودگی‌ها اضافه شده است.

هـ) روند تغییرات پسیل برگ صنوبر

این حشرات گالزا (شته‌ها و پسیل صنوبر)، آفت خاص گونه صنوبر تبریزی *P. nigra* هستند و در نقاطی که درخت صنوبر بومی تبریزی پراکنش دارد، مشاهده شد (شکل ۱۵).

روند تغییرات پسیل برگ صنوبر و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۱۶ و ۱۷) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره، افزایش پیدا کرده و درنتیجه، بر شدت آلودگی‌ها اضافه شده است.

روند تغییرات آفات و آلودگی رویشگاه‌های بید

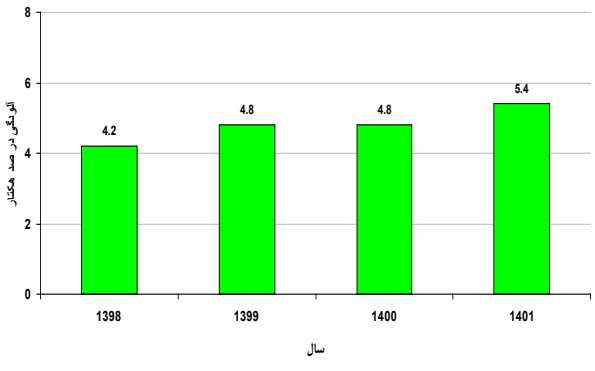
الف) روند تغییرات سنک بید

روند تغییرات سنک بید و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۱۸ و ۱۹) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره (شکل ۵)، افزایش پیدا کرده و درنتیجه، بر شدت آلودگی‌ها اضافه شده است.

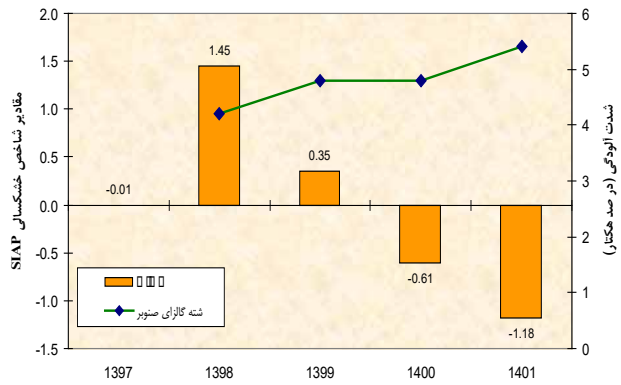
ب) روند تغییرات سوسک چوب‌خوار بید

این حشره (شکل ۹) از آفات ثانوی و مشترک گونه‌های تندرشد صنوبر و بید به‌شمار می‌رود. روند تغییرات سوسک چوب‌خوار بید و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۲۰

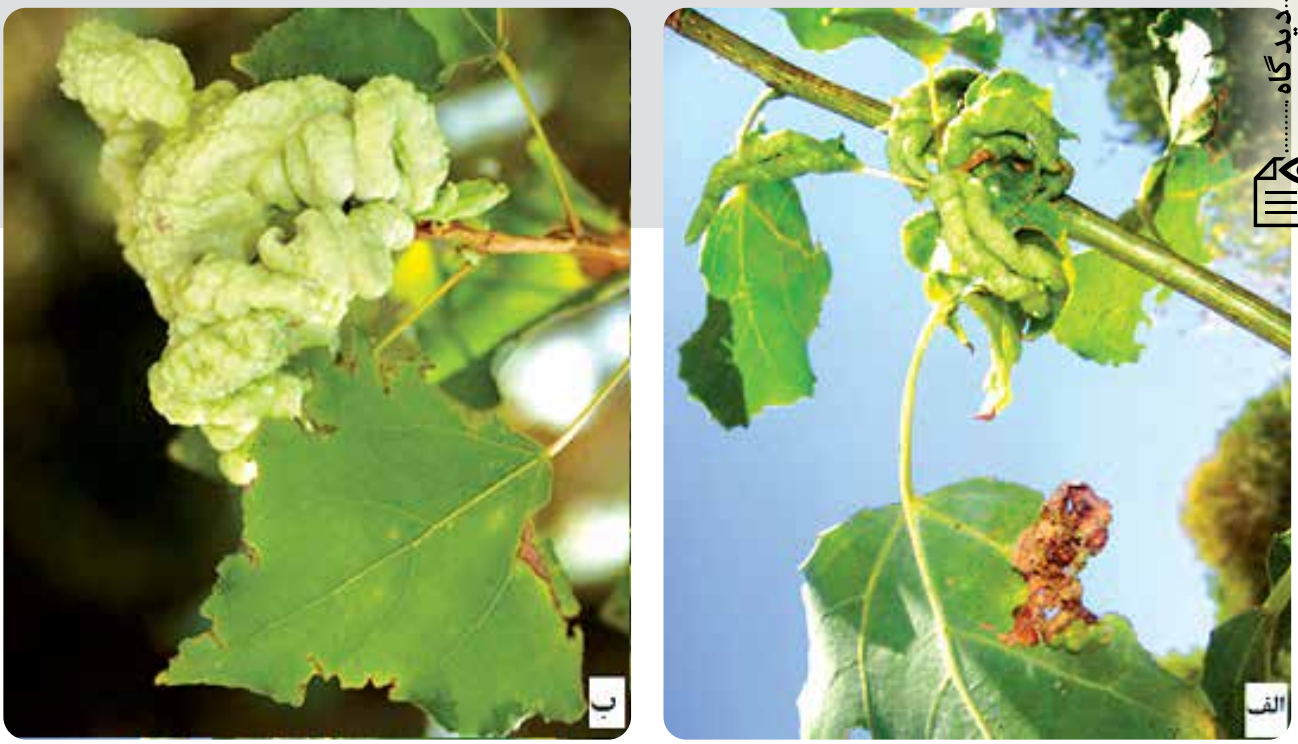
شکل ۱۲- شته‌های گالزای صنوبر الف- شته گال مارپیچی صنوبر (*Pemphigus spyrothecae*)، ب- شته گال کوزه‌ای (*P. borealis*)، ج- گال تاج‌خروسی (*P. vesicarius*) روی صنوبر تبریزی (اصلی)



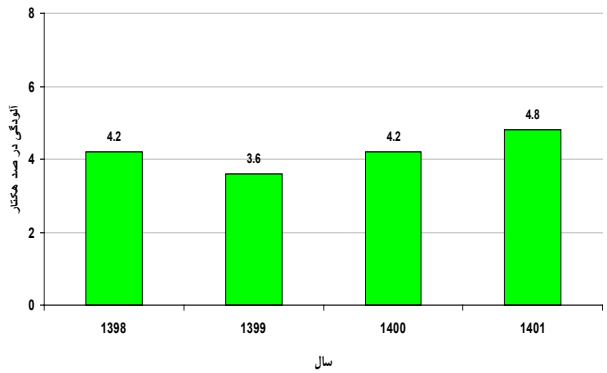
شکل ۱۳- روند تغییرات شته گالزای صنوبر تبریزی (*P.nigra*) و آلودگی رویشگاه‌های صنوبر طی سال‌های مختلف



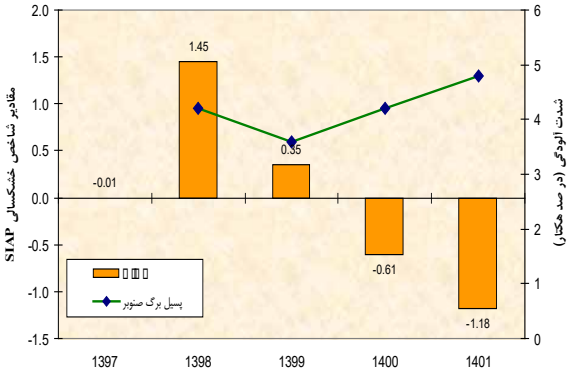
شکل ۱۴- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی شته گالزای صنوبر تبریزی (*P.nigra*)



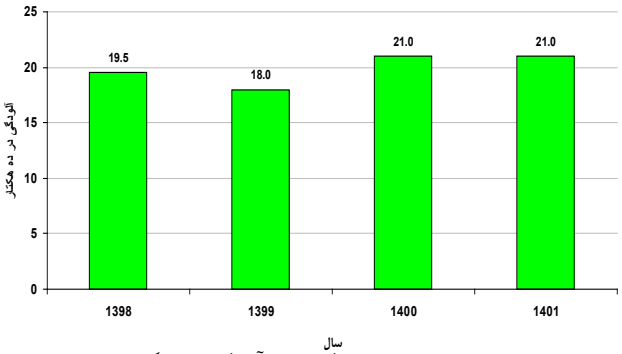
شکل ۱۵- پسیل برگ صنوبر
الف و ب- روی صنوبر تبریزی (اصلی)



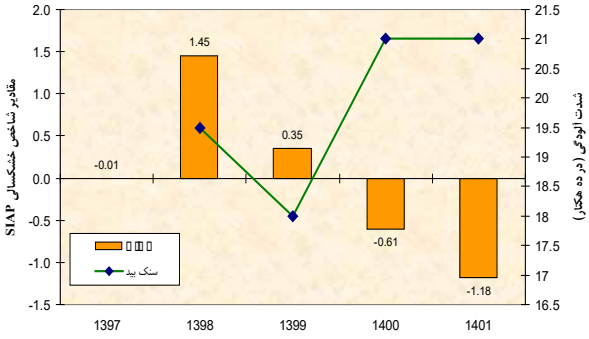
شکل ۱۶- روند تغییرات پسیل برگ صنوبر تبریزی (*P.nigra*) و آلودگی رویشگاه‌های صنوبر طی سال‌های مختلف



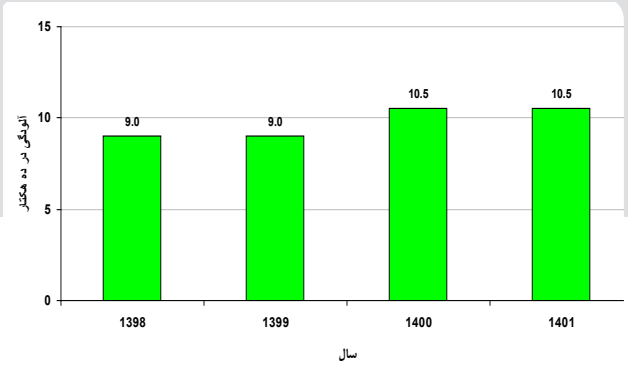
شکل ۱۷- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی پسیل برگ صنوبر تبریزی (*P.nigra*)



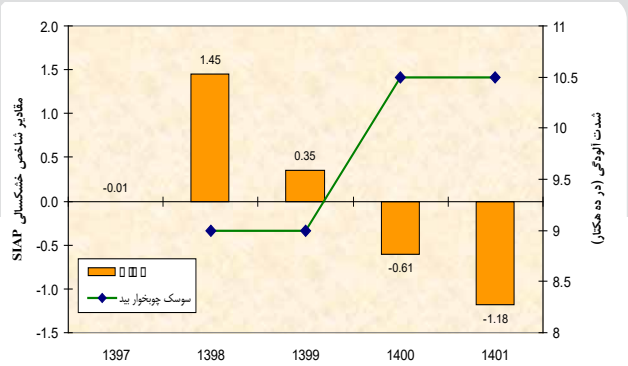
شکل ۱۸- روند تغییرات سنک برگ بید و آلودگی رویشگاه‌های بید طی سال‌های مختلف



شکل ۱۹- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی سنک برگ بید



شکل ۲۰- روند تغییرات سوسک چوب‌خوار بید و آلودگی رویشگاه‌های بید طی سال‌های مختلف



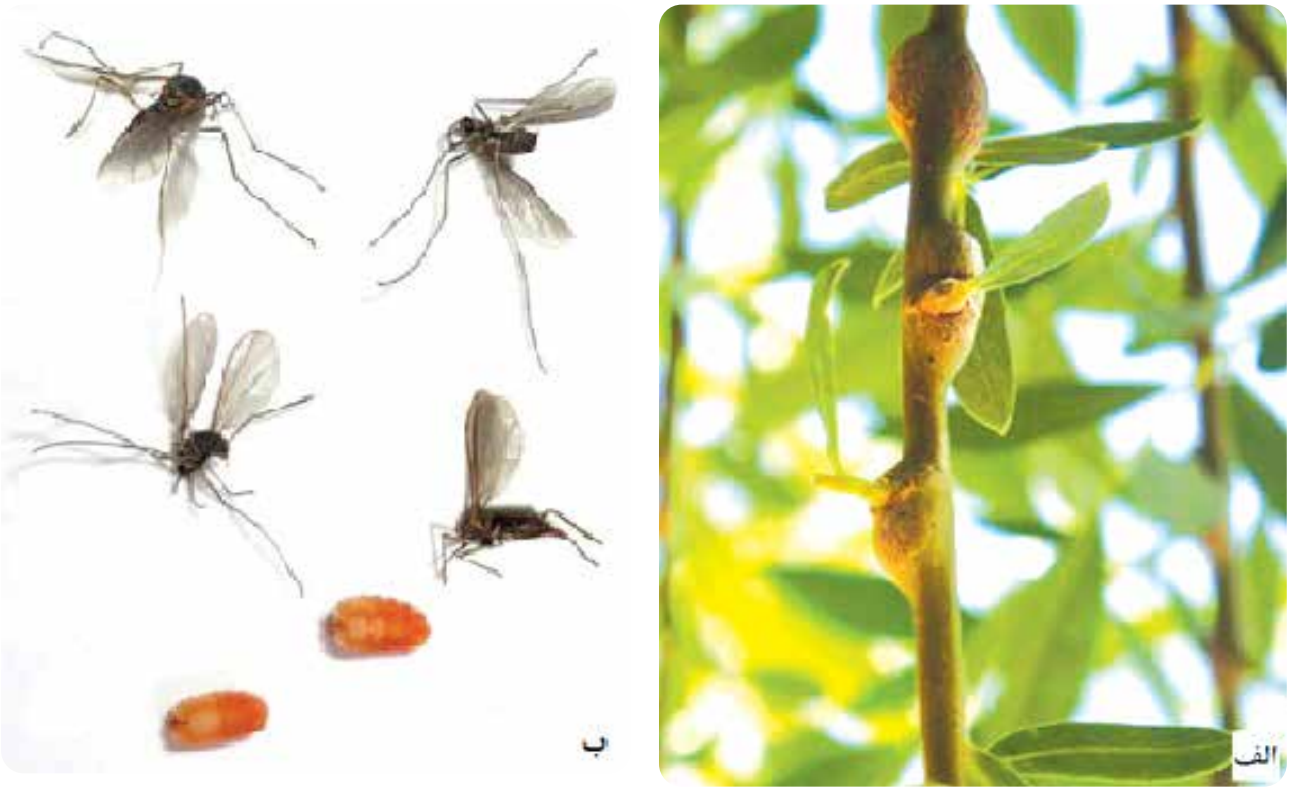
شکل ۲۱- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی سوسک چوب‌خوار بید

و ۲۱) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره، افزایش پیدا کرده و درنتیجه، بر شدت آلودگی‌ها اضافه شده است. به‌عبارت‌دیگر، هم‌زمان با بروز دوره‌های مصادف با کم‌آبی و خشک‌سالی در طبیعت، میزان آلودگی درختان میزبان به این حشره افزایش پیدا کرد.تبریزی

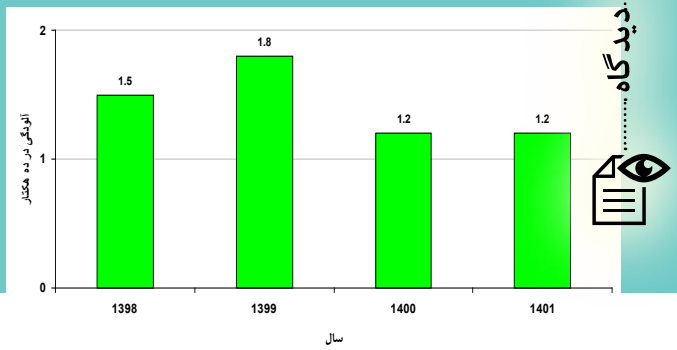
ج) روند تغییرات پشه گالزای ساقه بید

این حشره، آفت گالزا روی گونه‌های بید است و در نقاطی که درختان بید بومی پراکنش دارد، مشاهده شد (شکل ۲۲).

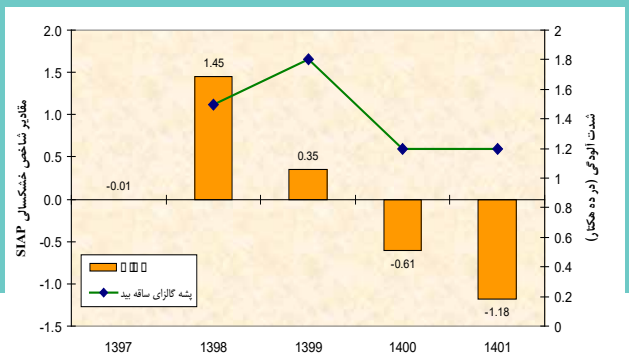
روند تغییرات پشه گالزای ساقه بید و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۲۳ و ۲۴) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره، کم شده و طی دوره خشک‌سالی تقریباً ثابت بوده است. درمجموع، هم‌زمان با بروز خشک‌سالی هواشناسی، میزان آلودگی درختان میزبان به این حشره کاهش پیدا کرد. به‌لحاظ اینکه درختان بید همگی در کران‌رودها پراکنش دارند، کمتر تحت تأثیر خشک‌سالی هواشناسی و بیشتر تحت تأثیر خشک‌سالی هیدرولوژیکی هستند. بنابراین، چون خشک‌سالی هیدرولوژیکی، با تأخیر نسبت به خشک‌سالی هواشناسی رخ می‌دهد، درنتیجه میزان آلودگی به این حشره، تقریباً ثابت بوده است.



شکل ۲۲- پشه گالزای ساقه بید
الف- گال روی ساقه (اصلی)، ب- حشره کامل و لارو آفت



شکل ۲۳- روند تغییرات پشه گالزای ساقه بید و آلودگی رویشگاه‌های بید طی سال‌های مختلف



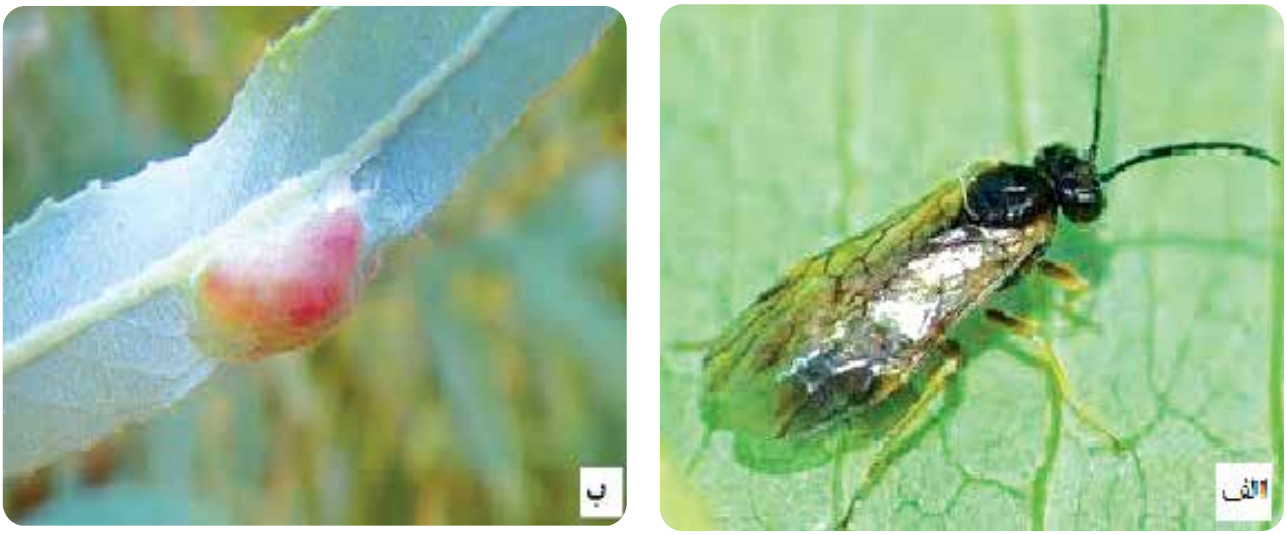
شکل ۲۴- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی پشه گالزای ساقه بید

د) روند تغییرات گال لوبیایی برگ بید

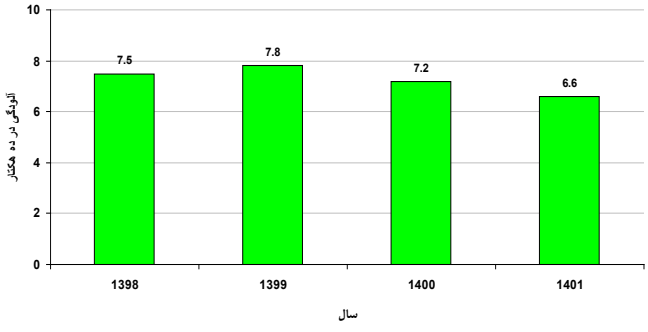
این حشره (زنبور گالزای برگ بید)، آفت گونه‌های درختان بید است (شکل ۲۵) و در بیشتر نقاطی که درخت بید بومی پراکنش دارد، مشاهده شد. روند تغییرات زنبور گالزای برگ بید و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۲۶ و ۲۷) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره کم شده است که این روند، طی دوره خشک‌سالی شدت یافته است.

هـ) روند تغییرات شته خالدار بید

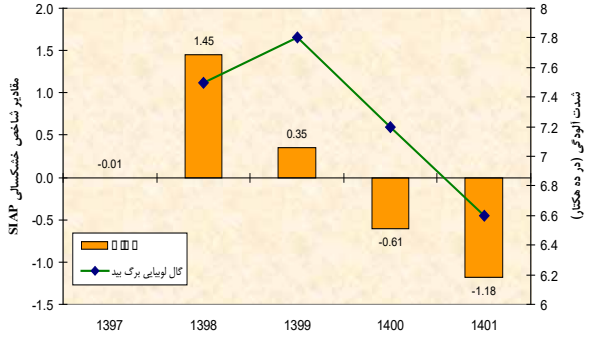
شته خالدار بید، از آفات گونه‌های درختان بید است (شکل ۲۸) و به‌صورت پراکنش سراسری در نقاط مختلف استان مشاهده شد. روند تغییرات شته خالدار بید و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۲۹ و ۳۰) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره تقریباً ثابت بوده است.



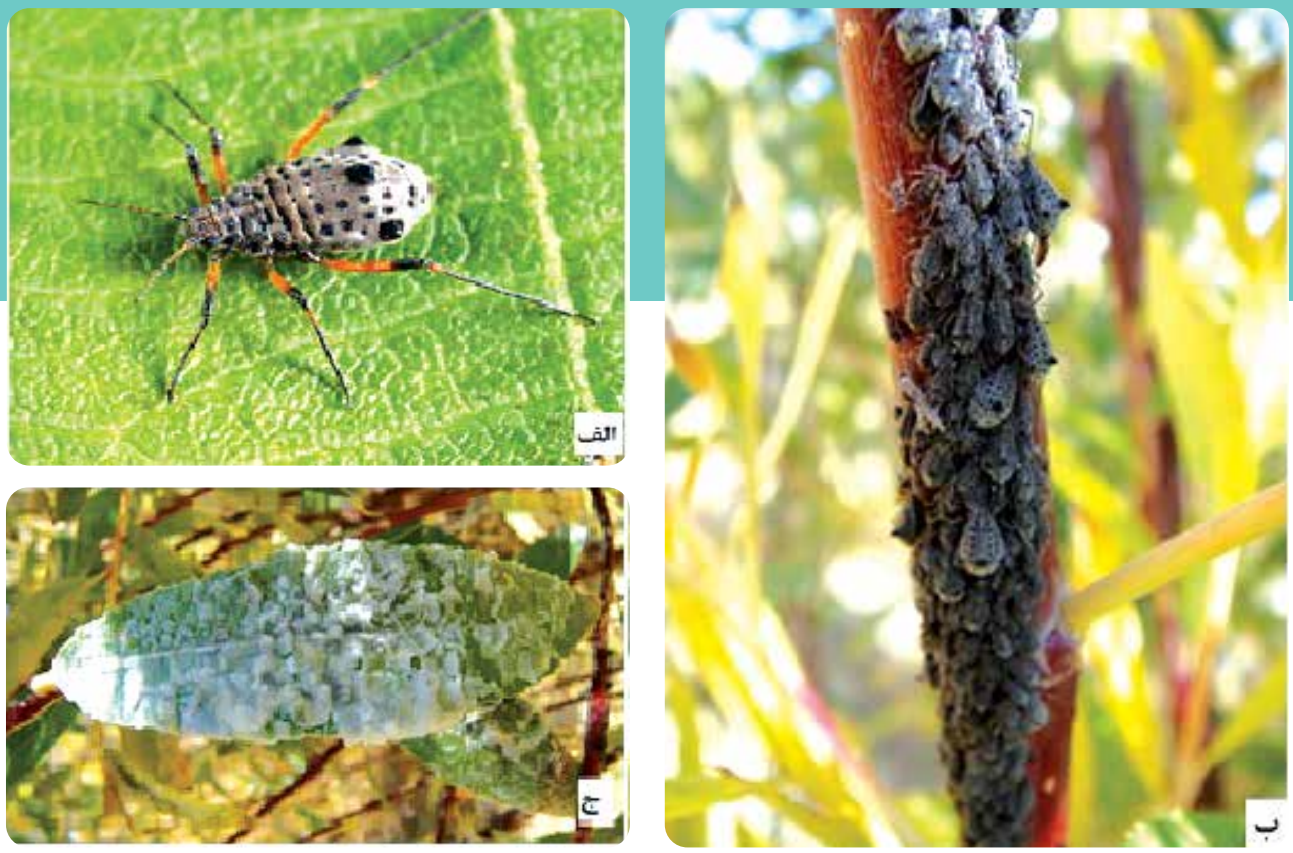
شکل ۲۵- زنبور گال لوبیایی برگ بید الف- حشره کامل آفت ب-گال پشت برگ (اصلی)



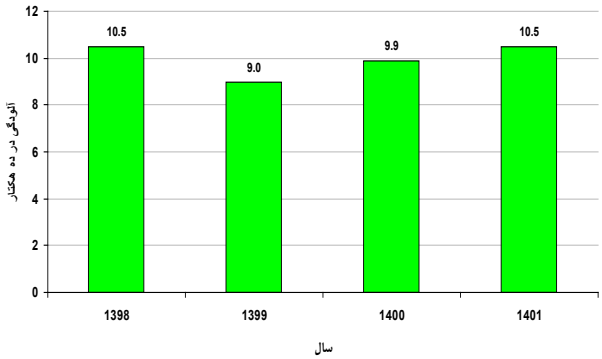
شکل ۲۶- روند تغییرات گال لوبیایی برگ بید و آلودگی رویشگاه‌های بید طی سال‌های مختلف



شکل ۲۷- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی گال لوبیایی برگ بید



شکل ۲۸- شته خالدار بید الف- حشره کامل آفت، ب-تراکم آفت روی شاخه میزبان، ج- تجمع عسلک دفعی حشره روی برگ بید (اصلی)



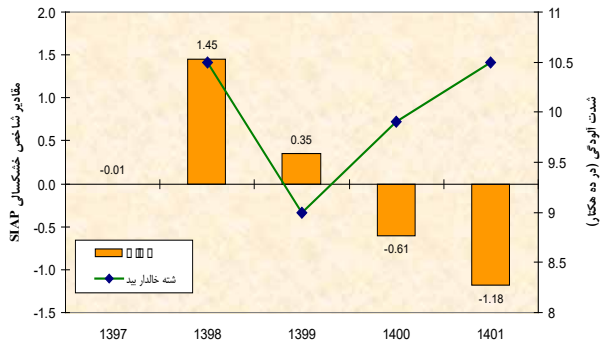
شکل ۲۹- روند تغییرات شته خالدار بید و آلودگی رویشگاه‌های بید طی سال‌های مختلف

و) روند تغییرات کنه گال آبله‌ای برگ بید

کنه گال آبله‌ای برگ بید (شکل ۳۱)، به‌صورت پراکنش سراسری در نقاط مختلف استان مشاهده شد. روند تغییرات و شدت آلودگی آن در رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۳۲ و ۳۳) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره افزایش یافته است. به‌عبارت‌دیگر، هم‌زمان با بروز دوره‌های مصادف با کم‌آبی و خشک‌سالی در طبیعت، میزان آلودگی درختان میزبان به این حشره افزایش پیدا کرد.

ز) روند تغییرات کنه گال جاروی جادوگر بید

کنه گال جاروی جادوگر (شکل ۳۴)، در مناطقی که درختان بید

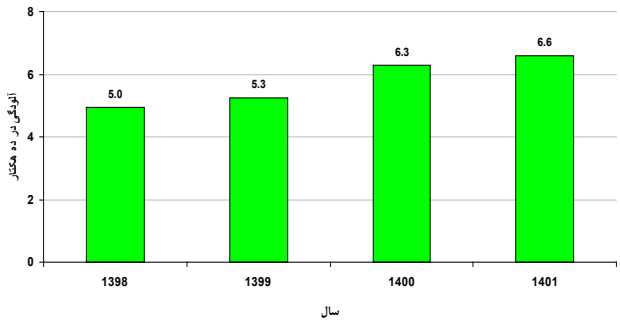


شکل ۳۰- تغییرات مقادیر شاخص خشک‌سالی (SIAP) و شدت آلودگی شته خالدار بید

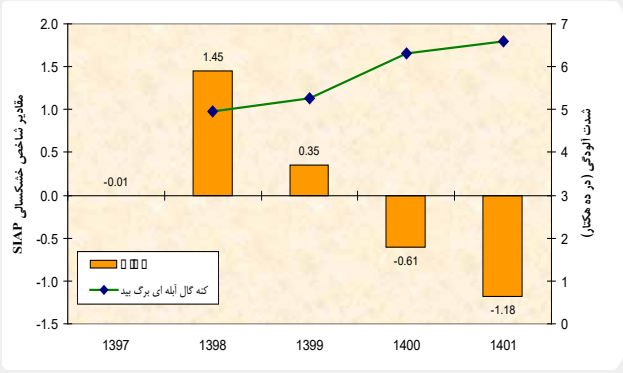
بومی پراکنش دارند، مشاهده می‌شود. روند تغییرات آن و شدت آلودگی رویشگاه‌ها طی سال‌های مختلف (شکل‌های ۳۵ و ۳۶) نشان داد، با افزایش تنش خشکی در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، میزان آلودگی به این حشره، تقریباً ثابت بوده است.

درمجموع، بررسی‌ها نشان داد، با کاهش بارندگی‌ها و افزایش میانگین دمای سالانه و درنتیجه، کمبود رطوبت در اکوسیستم و کم شدن آورد آبی به رویشگاه‌ها، تراکم آفات اولیه از قبیل آفات سنک صنوبر، شته‌مومی صنوبر و آفات گالزا (شته گال مارپیچی، شته گال تاج‌خروسی، شته گال کوزه‌ای و پسیل) در رویشگاه‌های صنوبر، افزایش پیدا کرده و باعث بروز ضعف و انتشار جذب‌کننده‌های طبیعی (کایرومون) نظیر پوپولین از سوی گیاه میزبان (اکبریان و

شکل ۳۱- کنه گال آبله‌ای بید الف- فرم کرمی شکل کنه داخل گال، ب- گال‌های روی برگ میزبان (اصلی)



شکل ۳۲- روند تغییرات کنه گال آبله‌ای برگ بید و آلودگی رویشگاه‌های بید طی سال‌های مختلف



شکل ۳۳- تغییرات مقادیر شاخص خشکسالی (SIAP) و شدت آلودگی کنه گال آبله‌ای برگ بید

همکاران، ۱۳۸۳) و جلب آفات ثانویه از قبیل سوسک چوب‌خوار صنوبر شده است، درنتیجه، میزان خسارت‌زایی آنها بیشتر شده است (رجبی‌مظهر و همکاران، ۱۴۰۱؛ بهداد، ۱۳۶۶). این شرایط برای آفات اولیه و ثانویه رویشگاه‌های بید نیز حاکم است. همچنین بررسی‌ها نشان داد، با افزایش تنش خشکی مصادف با شدت خشک‌سالی هواشناسی در منطقه، روند تغییرات پشه گالزای ساقه بید و روند تغییرات گال لوبیایی برگ بید و میزان آلودگی درختان میزبان به این حشرات، کاهش پیدا کرد. بنابراین، میزان خسارت‌زایی دو آفت یادشده، برخلاف سایر آفت‌ها، کمتر تحت تأثیر خشک‌سالی هواشناسی و بیشتر، تحت تأثیر خشک‌سالی هیدرولوژیکی قرار دارند.

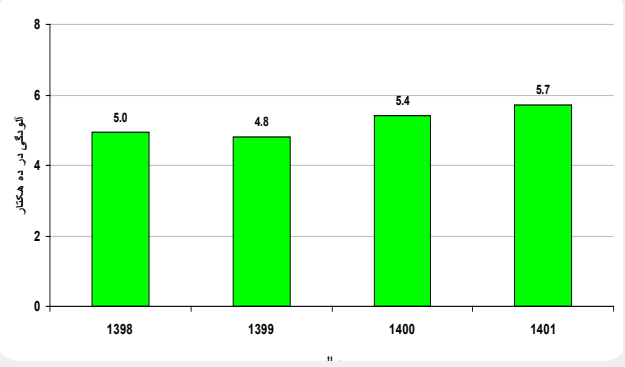
اگرچه بررسی‌ها نشان داد، طی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱، سال‌های خشک‌سالی، ترسالی و سال نرمال ازنظر بارندگی، در منطقه، اتفاق افتاده است، جهت تطبیق منطقی‌تر مقادیر شاخص خشک‌سالی با روند تغییرات هر یک از آفات و بیماری‌ها نیاز به طول دوره آماری منطقی ازنظر تکرار وقایع آب‌وهوایی است، یعنی دوره‌ای که در آن سال‌های نرمال، خشک‌سالی و ترسالی اقلیمی، به کرات اتفاق افتاده است. معمولاً طول این دوره برای شرایط اقلیمی کشور، ۱۰ سال توصیه می‌شود و فرض بر این است که در این دوره ۱۰ ساله، سال‌های نرمال ازنظر بارندگی، خشک‌سالی و ترسالی اتفاق می‌افتد، در غیر این صورت می‌توان دوره زمانی طولانی‌تری را در نظر گرفت (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۸). بر همین اساس، نیاز به ادامه ارزیابی (اندازه‌گیری و پایش) آفات و بیماری‌های رویشگاه‌های صنوبر و بید در سال‌های بعد است.

عوامل طبیعی و انسانی تخریب رویشگاه‌های صنوبر و بید

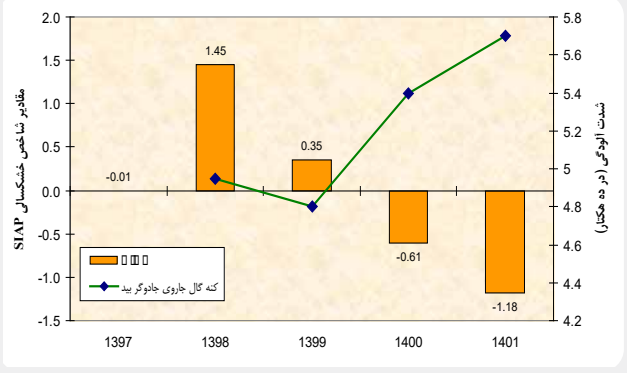
عوامل طبیعی و انسانی مختلفی، باعث تخریب رویشگاه‌های صنوبر بومی (*P.nigra* و *P.alba*) و غیربومی (گونه‌ها و کلن‌های صنوبر موجود در مزارع تولید چوب جدید) و رویشگاه‌های بید شده‌اند (جدول ۳).

برخی موارد، نظیر گرمایش سراسری و کاهش بارندگی در منطقه و وقوع خشک‌سالی‌های دوره‌ای، از عوامل طبیعی و خارج از

شکل ۳۴- کنه گال جارو جادوگر بید الف- جارویی شدن شاخه، ب- کپه‌ای شدن سرشاخه آفت میزبان (اصلی)



شکل ۳۵- روند تغییرات کنه گال جاروی جادوگر بید و آلودگی رویشگاه‌های بید طی سال‌های مختلف



شکل ۳۶- تغییرات مقادیر شاخص خشکسالی (SIAP) و شدت آلودگی کنه گال جاروی جادوگر بید

جدول ۳- انواع و روش‌های تخریب توسط انسان و عدم مدیریت در رویشگاه‌های صنوبر و بید

تغییر کاربری، قطع و ریشه‌کنی	تغییر کاربری رویشگاه‌های طبیعی ازجمله آبراهه‌ها و حاشیه رودخانه‌ها به اراضی زراعی، باغی و مسکونی تغییر مسیر یا پوشش انهار و حذف درختان صنوبر و بید مزارع قطع و ریشه‌کنی درختان موجود در آبراهه‌ها توسط اهالی روستا و بومیان
تغییر الگوی آبیاری	به‌علت کم‌آبی و مدیریت مصرف آب کشاورزی، در ۸۰ درصد از اراضی آبی، سیستم جوی‌های سنتی به آبیاری نوین تغییر پیدا کرده و موجب تنش آبی و هجوم آفات و حذف درختان صنوبر و بید حاشیه مزارع شده است
افزایش درجه حرارت محیط	با افزایش تدریجی درجه حرارت محیط و کاهش بارندگی و تغییر محسوس در شرایط اقلیمی، باعث اختصاص آب قنوات و چشمه‌ها به زراعت گیاهان یک‌ساله و باغ‌های شخصی که موجب ایجاد تنش آبی در درختان صنوبر شده و آنها را مستعد هجوم آفات به‌ویژه چوب‌خواران می‌کنند

دخالت‌های انسانی است. این عوامل، به‌انضمام تصرف و تغییر کاربری رویشگاه‌های صنوبر و بید طی چندین سال اخیر، همواره از وسعت پراکندگی این درختان در سطح اراضی کاسته است.

با تغییر الگوی آبیاری در مزارع، به‌دلیل کاهش آب در دسترس کشاورزی و برداشت بی‌رویه از درختان موجود و عدم جایگزینی و واکاری آنها توسط زارعین، رویشگاه‌های صنوبر بعد از برداشت، رها و مستعد هجوم عوامل آفات و بیماری‌ها شده است که با اصلاح عوامل مدیریتی، از میزان خسارت عوامل آفات و بیماری‌های گیاهی در رویشگاه‌های صنوبر و بید کاسته خواهد شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی وضعیت رویشگاه‌های صنوبر و بید، حاکی از آن بود که روند آلودگی به آفات و بیماری‌ها و خسارت این عوامل، معلول علت‌هایی از قبیل بالا رفتن حساسیت درختان میزبان هم‌زمان با افزایش درجه حرارت محیط و تنش خشکی و تغییر کاربری در بیشه‌ها و آبراهه‌ها و ... است. به‌طوری‌که این رویشگاه‌های گاهی طبیعی، که با آب چشمه‌ها و رودخانه‌ها آبیاری می‌شدند، به یکباره دچار تنش آبی شده‌اند و با افزایش حساسیت درختان به آفات و بیماری‌ها و ضعف فیزیولوژیکی ناشی از شوک تنش آبی، مستعد هجوم آفات ثانویه از قبیل عوامل چوب‌خوار و پوست‌خوار می‌شوند.

نتایج بررسی‌های مرتبط با روند تغییرات آفات و بیماری‌های رویشگاه‌های صنوبر و بید نشان داد، پایش و پیشگیری، می‌تواند عامل کمک‌کننده‌ای در کنترل آفات و بیماری‌ها باشد. البته با یک روش، به‌تنهایی نمی‌توان آفات، یا عوامل خسارت‌زا را کنترل کرد. استفاده توأم و تلفیقی از روش‌های گوناگون مبارزه مناسب با آنها، می‌تواند از کارایی مؤثرتری برخوردار باشد. از طرفی، اگر نیازهای اکولوژیک گونه‌های صنوبر و بید، در هنگام کاشت در نظر گرفته نشده باشد، پایه‌های یادشده به‌دلیل نداشتن شرایط مناسب و مطلوب گیاهی ضعیف و مستعد آلودگی به انواع آفات و بیماری‌هاست. ازاین‌رو، اگر برنامه مدیریتی، تنها براساس آفات موجود تدوین شود و به جایگاه و نیازهای اکولوژیک خاص گونه گیاهی کاشته‌شده توجه نشود، این برنامه به‌جای رفع علت اصلی و تأمین نیازهای حیاتی گیاه، به مبارزه با معلول خواهد پرداخت و از موفقیت کافی برخوردار نخواهد بود (صادقی و همکاران، ۱۳۸۰).

با توجه به اینکه صنوبر و بید، ازنظر نیاز به آب و مواد غذایی، گونه‌های پرتوقعی هستند و عدم انتخاب بستر و خاک مناسب و نبود دسترسی به نیازهای آن، ضعف فیزیولوژیکی را برای گیاه به همراه دارد و آن را مستعد و آماده پذیرش آفات و بیماری‌های گوناگون می‌کند، براین‌اساس، رعایت موارد زیر برای کنترل تلفیقی آفات و پیشگیری از آن در اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی پیشنهاد می‌شود:

الف) تشویق بهره‌برداران و زارعین در ایجاد مزارع تولید چوب گونه‌ها و کلن‌های پرمحصول و سازگار با منطقه و مقاوم به آفات و بیماری‌ها که می‌تواند جایگزین گونه‌های بومی شوند.

ب) اصلاح فواصل کاشت پایه‌های صنوبر براساس اصول فنی

برای این موضوع، با توجه به هدف و زمان بهره‌برداری، گونه و کلن صنوبر، موارد مصرف چوب تولیدی، شرایط رویشگاه، سن نهایی و رشد طولی و قطری مورد نیاز ضروری است فواصل کاشت ۳×۳ و ۴×۴ متر در نظر گرفته شود.

ج) زمین‌هایی برای صنوبرکاری انتخاب شوند که خاک سطحی از لایه‌های سخت و آهکی نباشد و دارای اسیدیته مناسب (pH=7) باشند. در خاک‌های آهکی، اکثر گونه‌ها و کلن‌های صنوبر، علائم کمبود آهن را نشان می‌دهند.

د) کیفیت آب آبیاری نیز از عوامل تأثیرگذار در رشد و نمو صنوبر و بروز آفات و بیماری‌های صنوبر است.

لازم است، قبل از احداث صنوبرکاری، آب آبیاری، ازنظر اسیدیته و ترکیبات شیمیایی بررسی شود. در مواردی که منابع آبی از فاضلاب شهری و کارخانه‌های صنعتی تأمین شود و pH پایین‌تر از پنج باشد، نه تنها مانع رشد قطری و طولی صنوبرها خواهد شد، بلکه باعث طغیان آفات چوب‌خوار و نیز بیماری شانکر باکتریایی صنوبر می‌شود.

هـ) اصلاح روش آبیاری

در کشت‌های سنتی موجود، روش آبیاری به‌صورت غرقابی است که علاوه‌بر پایین بودن راندمان آبیاری، موجب گسترش علف‌های هرز می‌شود .از طرفی، فشار وزنی ارتفاع آب روی سطح خاک، موجب کوبیدگی و فشردگی ذرات خاک به هم شده و خاک را از تهویه خارج می‌کند. در اصلاح روش آبیاری، روش جوی و پشته و قطره‌ای، مناسب‌ترین روش در کشت‌های موجود است. در آبیاری به روش جوی و پشته، آب به‌تدریج و به‌صورت نشتی در اختیار درخت قرار می‌گیرد و به‌دلیل اینکه یقه گیاه در تماس مستقیم با آب نیست، از بروز بیماری‌های پوسیدگی طوقه جلوگیری می‌شود.

و) مبارزه با علف‌های هرز

وجین علف‌های هرز قبل از بذردهی به‌صورت دوره‌ای در طول دوره رشد نهال‌ها در نهالستان‌ها و خزانه‌های تولید نهال بسته به شرایط منطقه توصیه می‌شود. با توجه به اینکه این گیاهان ازنظر نور و تغذیه با درختان صنوبر در رقابت هستند، وجین آنها توصیه می‌شود. البته تحقیقات تکمیلی نشان داده است، این گیاهان بیشتر در عرصه‌های طبیعی به‌عنوان پناهگاه برای پارازیتوئیدها و شکارگرهای آفات صنوبر عمل می‌کنند و نگهداری آنها، حفاظت از این عوامل مفید را همراه دارد.

ز) کنترل مکانیکی از طریق قطع شاخه‌های آلوده و جمع‌آوری و انهدام دسته‌های تخم، لارو و شفیره آفات.

ح) کنترل زراعی از طریق شخم زمستانه برای از بین بردن شفیره‌ها. در نتیجه تغییرات شدید دمایی و درصورتی‌که این عمل همراه با یخ‌آب زمستانه باشد، اثر دوگانه‌ای خواهد داشت.

ط) کنترل فیزیکی با استفاده از تله‌های نوری و چسبنده
ی) کنترل شیمیایی با استفاده از ترکیبات میکروبی نظیر B.T که اثر خود را از طریق دستگاه گوارش حشره خواهند گذاشت و تأثیر سویی روی سایر اعضای زنده اکوسیستم ندارند که به‌عنوان آخرین راه مبارزه است و کمتر استفاده می‌شود (صادقی و همکاران، ۱۳۸۰).

منابع

اکبریان، ج.، پورمیرزا، ع.ا.، سالاری، ا. و ولیزادگان، ۱.، ۱۳۸۳. مطالعه برخی از ویژگی‌های رفتاری سوسک چوبخوارصنوبر. نشریه دانش کشاورزی، ۴ (۱۴): ۱۱۳-۱۳۱.

بهداد، ا.، ۱۳۶۶. آفات و بیماری‌های درختان و درختچه‌های جنگلی و گیاهان زینتی ایران. انتشارات نشاط، اصفهان، ۸۰۷ صفحه.

ثابتی، ح.، ۱۳۷۳. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، یزد، ۴۱۰ صفحه.

جلیلی، ع.، ۱۴۰۰. ضرورت تغییر رویکرد در مدیریت محیط‌های طبیعی کشور، قسمت پنجم: ضرورت تغییر رویکرد در مدیریت مراتع: تدوین طرح‌های مرتع‌داری با رویکرد اکوسیستمی. نشریه طبیعت ایران، ۶(۲): ۳-۳.

خیال، ب. و صدرایی، ن.، ۱۳۶۳. بررسی آفات صنوبر در ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، ۱۱۷ صفحه.

رجبی مظهر، ع. و زارعی لطفیان، م.، ۱۴۰۱. معرفی کلن‌های برتر و پرمحصول صنوبر در تحقیقات استان همدان. نشریه طبیعت ایران، ۷(۶): ۶۹-۶۱.

رجبی مظهر، ع.، صادقی، س.ا.، زارعی لطفیان، م. و محرمی‌پور، س.، ۱۳۸۵. مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌های گونه‌ها و کلن‌های مختلف صنوبر در استان همدان. گزارش نهایی طرح پژوهشی. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، همدان، ۷۵ صفحه.

رجبی مظهر، ع.، صادقی، س.ا. زارعی لطفیان ،م. و فراشیانی، م.ا.، ۱۴۰۱. ارزیابی میزان حساسیت گونه‌ها و کلن‌های صنوبر به شته‌های *Pemphigus borealis* ، *Pemphigus vesicarius* ، *Pemphigus spyrothecae* و پسیل صنوبر *Camarotoscena fulgidipenis* در استان همدان. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، ۲۰(۱): ۱۳۵-۱۴۶.

زارعی لطفیان، م.، ۱۳۹۱. آزمایش نهایی سازگاری ارقام مختلف صنوبر (پوپولتوم مقایسه‌ای) جهت معرفی مناسبترین آنها به بخش اجرا (همدان). انتشارات موسسه تحیقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۹۳ صفحه.

صادقی، س.ا.، صالحی، م. و عسکری، ح.، ۱۳۸۰. مدیریت کنترل تلفیقی آفات صنوبر در استان‌های شمالی کشور. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۷: ۱-۳۴.

طباطبایی، م.، ۱۳۶۴. چوب صنوبرها و امکانات کاربرد آنها در صنایع. مجموعه مقالات ارائه شده در سمینار اهمیت صنوبر. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، ۱۳۳ صفحه.

عبایی، م.، ۱۳۷۸. آفات درختان و درختچه‌های جنگلی و غیرمثمر ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۱۷۸ صفحه.

عبایی، م. و عسکری، ح.، ۱۳۹۴. حشره‌شناسی جنگل: آفات درختان و درختچه‌های جنگلی، جنگل کاری‌ها، فضای سبز شهری، مناطق بیابانی و کویری ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۸۰۶ صفحه.

کلاگری، م.، ۱۳۹۷. معرفی کلن‌های موفق و پرمحصول صنوبر برای کشت در شمال کشور. نشریه طبیعت ایران، ۳(۲): ۵۰-۵۸.

معتمدی، ج.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، فرح‌پور، م. و زارع چاهوکی، م.ع.، ۱۳۹۸. ارائه مدل برآورد ظرفیت چرای بلند مدت مراتع. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۶(۱): ۲۵۹-۲۴۱.

معتمدی، ج.، جلیلی، ع.، فیاض، م.، ارزانی، ح.، خداقلی، م.، سفیدکن، ف. و فرح‌پور، م.، ۱۴۰۰. سیر تکامل تحقیقات مرتع در ایران و نگرش مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور به آینده تحقیقات مرتع. طبیعت ایران، ۶(۴): ۱۵-۱.

معصومی، ع.ا.، اسدی، م. و همتی، ا.، ۱۳۹۰. فلور ایران: تیره بید (Salicaceae). مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، ۹۰ صفحه.

میرآخورلو، ش.، ۱۳۹۸. بررسی و پراکنش و مساحی صنوبرکاری‌های کشور با استفاده از داده‌های ماهواره Sentinel2 (فاز اول). مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۲۶۰ صفحه.

هادیان، ف.، حسینی، س.ز. و سیدحسنی، م.، ۱۳۹۳. پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات بارندگی و تصاویر ماهواره‌ای در شمال‌غرب ایران. تحقیقات مرتع و بیابان، (۴)۲۱: ۷۶۸-۷۵۶.

Dent, D., 2000. Integrated Pest Management. Chapman and Hall. London, 356 p.

Moody, B.H., 1989. Forest insect and disease conditions in Canada. Minister of Supply and Services Canada, 107 p.

Wulff, S., 2011. Monitoring Forest Damage. Methods and development in Sweden. Diss. Umeå. Swedish Univeristy of Agricultural Sciences.