



# سیاست گذاری توسعه باغ‌های بذر گونه‌های درختی و درختچه‌ای جنگلی در ایران

کامبیز اسپهبدی<sup>۱\*</sup>، علی‌اشرف مهرابی<sup>۲</sup> و عباس قمری‌زارع<sup>۲</sup>

## چکیده

و فراورده‌های آنها از یک سو و درک بهتر ضرورت حفظ تنوع ژنتیکی به صورت پویا و بر مدار ژنتیک تکاملی از سوی دیگر، باعث پیگیری موضوع مدیریت ذخایر توارثی جنگلی با توجه و دقت بیشتر شد (Pliu- ra & Eriksson, 1997). شرایط ناپایدار محیط، تغییر اقلیم و نیروهای تکاملی همچون گزینش طبیعی، رانش ژنتیکی و جریان ژنی بین جمعیت‌های گیاهی نیز نشان داده‌اند، فرایندهای طبیعی با ایده‌آل‌های اصلاحی فاصله دارند. از این رو، وضعیت ذخایر توارثی گونه‌های جنگلی بسیار ناپایدار و شکننده است و چنانچه فقط به اتکای طبیعت رها شوند، شاید صدمات جبران‌ناپذیری به آنها وارد گردد. خشکیدگی و زوال بلوط در ایران و بسیاری از نقاط جهان، ابتلای شمشاد جنگلی به بیماری و آفتی که به نابودی بخش عمده‌ای از تنوع ژنتیکی آن در ایران و ترکیه منجر شد و بسیاری از رخدادهای ناگوار دیگر در مورد سایر گونه‌های جنگلی از رویشگاه‌های مناطق خشک گرفته تا مناطق مرطوب شاهدهی بر این مدعاست.

یکی از روش‌های مؤثر در حفاظت و ارتقای سطح تنوع ژنتیکی به صورت پویا، نظام اصلاح چندجمعیتی (Multiple Population Breeding Systems/ MPBS) است که با رویکرد اصلاح گونه‌های جنگلی توأم با حفاظت و بازترکیبی مؤثر در ذخایر توارثی دنبال می‌شود (Pliura & Eriksson, 1997). این راهبرد، مبنای تشکیل باغ‌های بذر در گونه‌های درختی و درختچه‌ای است. امروزه باغ‌های بذر با هدف تولید بذر و نهال در مقیاس انبوه و با کیفیت بالای ژنتیکی، نقش بی‌بدیلی در راهبردهای گوناگون جنگلداری، جنگل‌کاری و اصلاح درختان جنگلی دارند (Hansen, 2008). بیشتر کشورهای توسعه‌یافته، از اواخر دهه ۴۰ میلادی، برای برنامه‌های احیاء، توسعه و به‌نژادی جنگل، به ایجاد باغ بذر روی آورده‌اند (Faulkner, 1975). اگرچه در سال‌های اولیه، تمرکز بیشتر برنامه‌ها، بر ایجاد باغ بذر کلنال متمرکز بود، اما پس از آن رویکرد غالب، توسعه باغ‌های دانه‌الی (Seedling Seed Or- chard) و باغ بذر اصلاحی (Breeding Seed Orchard) شد (Granhof, 1991).

تهیه بذر و نهال‌های شناسنامه‌دار و مناسب از گونه‌های درختی و درختچه‌ای جنگلی که سازگاری و تنوع ژنتیکی مناسب برای نواحی مختلف رویشی کشور داشته باشند، به‌عنوان پیش‌نیاز برنامه‌های اجرایی در احیاء و توسعه جنگل‌ها پذیرفته شده است. از آنجایی‌که در برنامه راهبردی احیاء و توسعه جنگل‌های ایران، جنگل‌کاری در سطوح وسیع پیش‌بینی شد، لازم است توسعه باغ‌های بذر به‌عنوان راهبردی آزمون‌شده، بیشتر مورد توجه قرار گیرد. براساس تجارب پژوهشی- اجرایی موجود، مدل‌هایی که بین تنوع ژنتیکی و دستاورد ژنتیکی در تولید بذر تعادل ایجاد کنند، کارایی لازم در تولید انبوه و با کیفیت بذر و نهال در کوتاه، میان و بلندمدت را خواهند داشت. با این رویکرد، منابع تأمین بذر هم شامل محوطه‌های بذرگیری و هم باغ‌های بذر خواهد بود. از این رو، برای تشکیل باغ بذر در نواحی مختلف رویشی، ابتدا محوطه‌های بذرگیری، شناسایی و سپس ارزیابی می‌شوند. با ارزیابی ژنتیکی (مبتنی بر روش‌های مولکولی) و فنوتیپی (مبتنی بر آزمون نتاج) پایه‌های مناسب در هر محوطه بذرگیری، برای تأمین موقت بذر پیش از تشکیل، یا بذردهی باغ‌های بذر، یا در مواردی به دلیل عدم امکان تشکیل باغ بذر، به‌صورت دائمی شناسایی و گزینش خواهند شد. در مرحله بعد، با تلفیق داده‌های مربوط به بررسی‌های مولکولی و نتایج آزمون‌های نتاج، تعداد مناسبی از پایه‌های مادری با توان ژنتیکی مناسب و قابلیت انتقال صفات برتر به نسل‌های بعد، برای تشکیل باغ بذر گزینش می‌شوند و در نهایت، باغ بذر با نهال‌های این پایه‌های مادری تشکیل می‌گردد. واژه‌های کلیدی: آزمون نتاج، باغ بذر، محوطه بذرگیری، منابع تأمین بذر.

## مقدمه

در گذشته، بیشتر برنامه‌های اصلاحی گونه‌های جنگلی بر حفاظت و بهره‌برداری از ذخایر توارثی گونه‌ها در رویشگاه‌های طبیعی (In-Situ) و بدون مدیریت منابع ژنتیکی متمرکز بود. افزایش جمعیت و گسترش روزافزون نیازهای انسان به عرصه‌های جنگلی

\*- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

پست الکترونیک: k.espahbodi@areeo.ac.ir

۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات زیست‌فناوری منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.



در ایران نیز اهمیت تهیه بذر گواهی شده و نهال‌های شناسنامه‌دار از گونه‌های درختی و درختچه‌های جنگلی که سازگاری و تنوع ژنتیکی مناسبی برای نواحی مختلف رویشی کشور داشته باشند، به‌عنوان پیش‌نیاز برنامه‌های اجرایی در احیاء و توسعه جنگل پذیرفته شده است. در این خصوص، شناسایی محوطه‌های بذرگیری برای برخی از گونه‌های مهم درختی و درختچه‌ای در دو ناحیه رویشی هیرکانی و زاگرس انجام شده است (اسپهبدی، ۱۳۹۹). ارزیابی الگوی پراکنش تنوع، میزان تنوع ژنتیکی درون‌گونه‌ای، شناسایی پایه‌های برتر (منتخب) و آزمون‌های نتاج، پیش‌نیازهایی است که باید برای ایجاد باغ‌های بذر استاندارد دنبال شود.

### برنامه‌های توسعه جنگل و ضرورت تأمین بذر

از اوایل دهه ۸۰، برنامه‌های مختلف میان‌مدت و درازمدت مانند سند توسعه منابع طبیعی ایران در افق ۱۴۰۴ (بیگلریگی و همکاران، ۱۳۸۷)، برنامه راهبردی توسعه جنگل‌های ایران (بی‌نام، ۱۳۸۷)، قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه کشور (بی‌نام، ۱۳۹۶) و برنامه راهبردی احیاء و توسعه جنگل‌های ایران (بی‌نام، ۱۳۹۹) توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تدوین شد، یا در دست تدوین است. در سند توسعه منابع طبیعی ایران در افق ۱۴۰۴ حدود ۸۰۰،۰۰۰ هکتار جنگل‌کاری در ناحیه زاگرس، ۱۰۰،۰۰۰ هکتار در ارسباران، ۵۰۰،۰۰۰ هکتار در ناحیه رویشی خلیج-عمانی، ۴۰۰،۰۰۰ هکتار در ناحیه رویشی ایرانی-تورانی و بیش از ۲۰۰،۰۰۰ هکتار جنگل‌کاری در ناحیه رویشی هیرکانی و در مجموع حدود ۲،۲۰۰،۰۰۰ هکتار جنگل‌کاری و احیای جنگل در چهار برنامه پنج‌ساله پیش‌بینی شد. در برنامه راهبردی توسعه جنگل‌های ایران که ۵ سال پس از سند توسعه منابع طبیعی ایران در افق ۱۴۰۴ تدوین شد، حدود ۲،۰۰۰،۰۰۰ هکتار جنگل‌کاری و بذرکاری در افق ده‌ساله پیش‌بینی شد. در این برنامه‌ها به راهبردهای ذیل اشاره شده است:

- احیا و غنی‌سازی جنگل در مناطق مخروبه، نیمه‌مخروبه و کم‌بازده با هدف برگشت به جنگل کلیماکس
- توسعه و افزایش سطح جنگل در مناطق تخریب‌شده ارتفاعات
- جنگل‌کاری‌های آمیخته با گونه‌های بومی (تندرشد یا معمولی)
- تعیین محوطه‌های بذرگیری، جمع‌آوری بذر از پایه‌های نخبه و ایجاد

- تکمیل و تجهیز نهالستان‌های جنگلی و تحول در روند تولید نهال با فناوری‌های نوین
  - توسعه و تجهیز پارک‌ها و تفرجگاه‌های جنگلی
  - توجه جدی به امر درخت‌کاری به‌ویژه زراعت چوب در خارج از جنگل
- اهداف عمده برنامه فوق افزایش مساحت جنگل‌های ایران به حدود ۱۶/۵ میلیون هکتار بوده (جدول ۱) که در این صورت، سرانه جنگل در ایران از ۰/۱۷۹ به ۰/۲۰۶ هکتار افزایش یافته است و ایران از لیست کشورهای با پوشش کم جنگل خارج خواهد شد.

### اهمیت بذر در موفقیت جنگل‌کاری‌ها

بذر به‌عنوان ثمره اصلی فرایندهای مهم تکاملی و لقاح، تضمین‌کننده بقای نسل بیشتر گیاهان از جمله درختان و درختچه‌های جنگلی است که با عمری طولانی، شرایط متفاوتی را از تغییرات محیطی و اقلیمی تجربه می‌کنند. بذر حامل اطلاعات مهم ژنتیکی است که اصلاح‌گران درختان و درختچه‌های جنگلی به شکل‌های مختلف از آن سود می‌برند. به‌عبارت‌دیگر، عدم استفاده از بذر با کیفیت ژنتیکی مناسب، گلوگاهی است که همیشه مانع حرکت پرشتاب و بهینه‌مدیران جنگل‌کاری شده است. استفاده از بذر نامناسب در تولید نهال، یا برنامه‌های جنگل‌کاری، بخش وسیعی از تلاش‌ها و هزینه‌های هنگفتی را که برای توسعه جنگل‌کاری صرف می‌شود را بی‌ثمر خواهد گذاشت، چراکه مقاومت جنگل‌کاری‌ها در مقابل تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش‌های ناشی از تغییر اقلیم به‌شدت کاهش می‌یابد و اهداف جنگل‌کاری‌ها که با هزینه بسیار هنگفتی انجام و نگهداری می‌شوند، محقق نخواهد شد. از این رو، تأمین بذر مناسب که بتواند نهال‌هایی با توانمندی ویژه مناطق جنگل‌کاری تولید کند، در جنگل‌کاری‌ها، اعم از جنگل‌کاری در مناطق مرطوب، نیمه‌مرطوب، یا خشک و نیمه‌خشک بسیار ضروری است.

### منابع تأمین بذر گونه‌های جنگلی

در اکثر نواحی رویشی ایران، تک‌پایه‌های دارای بذر فراوان، یا دارای فنوتیپ برتر، منبع اصلی تأمین بذر درختان و درختچه‌های جنگلی

جدول ۱- سطح مورد نیاز برای توسعه و احیای جنگل (برای خروج از لیست کشورهای با سطح جنگل کم)

سطح مورد نیاز توسعه و احیای جنگل‌های کشور (هکتار)	سال		
	۱۴۰۰-۱۴۱۰	۱۳۹۵	
۲۱۶۱۰۰۰	۱۶۴۸۰۰۶۳	۱۴۳۱۹۰۶۳	سطح جنگل (هکتار)
۰/۰۲۷	۰/۲۰۶	۰/۱۷۹	سرانه جنگل برای هر نفر (بر حسب هکتار)
-	۱۴۳	۱۵۳	رتبه ایران در بین ۱۹۳ کشور
-	خروج از لیست کشورهای کم جنگل	۱۰	رتبه ایران در بین ۵۰ کشور کم جنگل

مأخذ: برنامه توسعه جنگل‌های ایران (۱۳۹۹)

تشکیل می‌شدند. البته، هنوز هم برای گونه‌هایی مانند سفیدپلت (*Calligonum*)، اسکنبیل (*Populus capsica* Bornm)، تیس (*Sorbus aucuparia* L.) و سرخدار (*Taxus bacata* L.) که سال‌آوری بذری دارند، قوه نامیه بذر آنها پایین است و به سختی جوانه می‌زنند، تشکیل باغ بذر از طریق تهیه قلمه و به صورت کلنال (*Clonal Seed Orchard*) انجام می‌شود. با این حال، امروزه اکثر باغ‌های بذر به صورت دانهال اجرا می‌شوند. برنامه تشکیل باغ‌های بذر، قوی‌ترین پیوند را با برنامه‌های اصلاح درختان جنگلی برای توسعه جنگل‌کاری دارد. باغ‌های بذر برای تولید بذر با کیفیت ژنتیکی از درختان نخه در مناطق کنترل‌شده ایجاد می‌شوند که نسبت به بذر تک‌پایه‌ها، یا حتی بذر حاصل از محوطه‌های بذری برتری دارند. بذرهای حاصل از باغ بذر جزو بذرهای بهبودیافته ژنتیکی خواهند بود، اما امروزه نگرانی‌هایی نیز در خصوص ریزش تنوع ژنتیکی سایر صفات غیرتجاری در بذر حاصل از باغ‌های بذر وجود دارد. از این رو، متخصصان با به‌کارگیری روش‌های جدید و تکنیک‌های نوین، تلاش می‌کنند تا این نگرانی‌ها را کاهش دهند. برنامه تشکیل باغ‌های بذری نسل اول، از طریق جمع‌آوری بذر از درختان دارای فنوتیپ برتر در رویشگاه‌های طبیعی آغاز می‌شود. در واقع برای گزینش درختان در باغ‌های بذری نسل اول، آزمون نتاج انجام نمی‌شود. باغ بذرهایی که سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور از سال ۱۳۷۵ برای ۶ گونه جنگلی در ناحیه رویشی هیرکانی تشکیل داد (جدول ۲) جزو این دسته‌اند. در مدل پیشرفته‌تر، برتری درختان نخه در توده‌های طبیعی در آزمون‌های نتاج بررسی می‌شوند. باغ بذرهایی که توسط مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۹، برای ۸ گونه درختی و درختچه‌ای در نواحی رویشی هیرکانی، ایرانی-تورانی و صحارا-سندی تشکیل شد، در این گروه قرار می‌گیرند (جدول ۳). اگر در عرصه آزمون نتاج، ژنوتیپ‌های ضعیف حذف و بقیه نگهداری شوند، باغ بذر نسل ۱/۵ تشکیل می‌شود (شکل

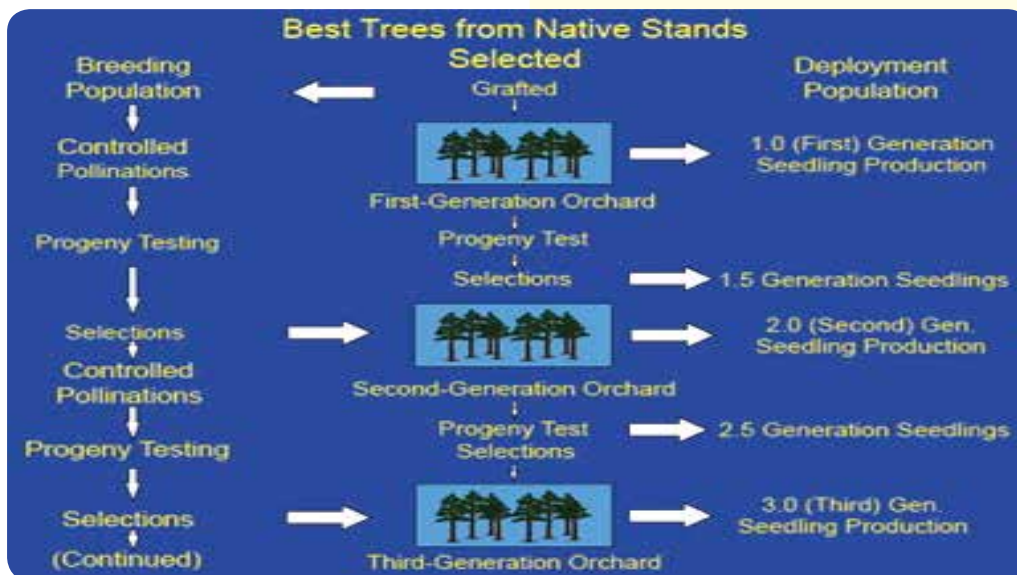
بوده‌اند. در دهه ۷۰، در جنگل‌های ناحیه رویشی هیرکانی، حدود ۷۰ محوطه بذرگیری در طول و عرض و ارتفاع‌های متفاوت و برای گونه‌های مختلف جنگلی شناسایی و استفاده شد (اسپهدی، ۱۳۹۹). در جنگل‌های زاگرس هم تا پیش از سال ۱۳۹۸ از تک‌پایه‌های دارای فنوتیپ برتر، یا دارای بذر فراوان بذر جمع‌آوری می‌شد، اما در سال ۱۳۹۸، با پیگیری سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری و با مشارکت مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، بیش از ۱۵۰ محوطه بذرگیری در جنگل‌های حوزه ادارات کل منابع طبیعی استان‌های زاگرسی شناسایی شد.

### معایب تأمین بذر از تک‌پایه‌های دارای فنوتیپ برتر

مهم‌ترین معیار شناسایی محوطه‌های بذرگیری، رعایت اصول جنگل‌شناسی و اکولوژی است، اما حتی اگر همه اصول اولیه شناسایی و مدیریت محوطه‌های بذرگیری رعایت شود، ممکن است برتری فنوتیپ پایه‌های بذری در محوطه‌های بذرگیری ناشی از رقابت، ایستازی، یا غلبه ژنی باشد که نمی‌تواند از راه تولیدمثل جنسی به نسل بعد منتقل شود. ممکن است پایه‌های بذری در محوطه‌های بذرگیری، خویشاوندان نزدیک، یا حاصل تکثیر رویشی (ریشه‌جوش و پا جوش) باشند و شاید هم تنوع درون‌جمعیتی در محوطه‌های بذرگیری در سطح مناسبی قرار نداشته باشد. برآیند شرایط یادشده، کاهش تنوع و افزایش فرسایش ژنتیکی و ناپایداری جنگل‌کاری‌های انجام شده در مقابل تنش‌های ناشی از تغییر اقلیم (خشکی، گرما، طغیان آفات و امراض و غیره) خواهد بود (D'Amato et al., 2011)

### تشکیل باغ بذر

تشکیل باغ بذر روشی متداول در تولید انبوه بذر اصلاح‌شده ژنتیکی از جمعیت‌های طبیعی برای توسعه جنگل‌کاری‌ها با اهداف مختلف است. بیشتر باغ‌های بذر اولیه، از طریق تهیه قلمه از درختان برتر



شکل ۱- فلوجارت مراحل تشکیل نسل‌های مختلف باغ بذر (برگرفته از Self, ۲۰۲۱)



۲). با بذرگیری، یا قلمه‌گیری از پایه‌های برتر باغ بذر نسل اول (براساس نتایج آزمون نتاج) باغ بذر نسل دوم تشکیل می‌شود. با ادامه همین روند یعنی بذرگیری از والدین برتر در باغ بذر نسل دوم و انجام آزمون نتاج و حذف ژنوتیپ‌های ضعیف از آزمون نتاج باغ بذر نسل ۲/۵ و با تشکیل باغ بذر جدید با استفاده از والدین برتر در آزمون نتاج دوم باغ بذر نسل سوم تشکیل می‌شود (شکل ۱).

### باغ بذر و تنوع ژنتیکی

تنوع ژنتیکی نقش اساسی در سیر تکاملی گونه‌ها و توانمندی آنها در سازگاری با تغییرات در شرایط محیطی در دوره‌های طولانی دارد. تنوع ژنتیکی، زنده‌مانی گونه‌های گیاهی را در مقابل فشار ناشی از تنش‌های محیطی زنده (آفات و بیماری‌ها) و غیرزنده (باد، طوفان و خشکی و ...) افزایش خواهد داد (Jansons, 2013). اصلاحگران و مدیران باغ‌های بذر انتظار دارند تا دستاورد ژنتیکی بیشتری حاصل شود که منجر به بهبود جنگل‌کاری‌ها و تحقق اهداف کمی آن می‌شود، اما بوم‌شناسان از ریزش تنوع ژنتیکی که قابلیت سازگاری و پاسخ‌های ایمن را به شرایط غیرقابل پیش‌بینی کاهش می‌دهد، نگرانند (Stoehr et al., 2014). به‌طور معمول، چنانچه تنها به دستاورد ژنتیکی، که طی آن، احتمال بروز صفات برتر در نسل‌ها افزایش می‌یابد، توجه شود، احتمال ریزش تنوع ژنتیکی

در جنگل‌کاری‌ها، یا حتی باغ‌های بذر افزایش می‌یابد. عکس این موضوع نیز صادق است، اگر فقط به تنوع ژنتیکی تکیه شود ممکن است دستاورد ژنتیکی حاصل نشود. بنابراین، مدیران باغ‌های بذر در تلاش هستند تا بین تنوع ژنتیکی و دستاورد ژنتیکی تعادل ایجاد کنند (شکل ۲).

تنوع ژنتیکی جنگل‌کاری‌های حاصل از محوطه‌های بذرگیری استاندارد و باغ‌های بذر، به یقین از تنوع ژنتیکی جنگل‌کاری‌های سنواتی، که به‌طور عمده حاصل نهال‌کاری نهال‌های تولیدشده از بذور تک‌پایه‌های دارای بذر فراوان، یا تک‌پایه‌های دارای فنوتیپ برتر هستند، بیشتر خواهد بود. با بررسی تنوع ژنتیکی در پایه‌های مادری موجود در محوطه‌های بذرگیری و تلفیق داده‌های به دست آمده با نتایج آزمون‌های نتاج (که به‌صورت کوتاه‌مدت انجام می‌شود) می‌توان از درختانی بذر تهیه کرد که ضمن دارا بودن توانایی انتقال صفات مورد نظر به نهال‌ها، از سطح مناسبی از تنوع ژنتیکی (هترزیگوسیتی بالا، آلل‌های نادر و اختصاصی، درون‌آمیزی پایین، ناهمخونی و غیره) نیز برخوردار باشند.

در چین در پژوهشی با عنوان الگوهای لقاح و سیستم گرده‌افشانی در باغ بذر نسل ۱/۵، گونه لاریکس ژاپنی (*Larix kaempferi* Lamb)، که حاصل از تبدیل عرصه پرووانس - پروژنی به باغ بذر بود، در سن ۱۰ سالگی بود، بذر یک کلن از هر ژنوتیپ موجود در باغ بذر دوباره در طرح تکراردار کاشته شد. سپس، DNA سوزن‌های

جدول ۲- آمار باغ‌های بذر ایجادشده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در جنگل‌های هیرکانی

ردیف	سال	ارتفاع از سطح دریا (متر)	نام جنگل	بخش- سری	طرح	سرچنگلبانی	اداره	مساحت (هکتار)	گونه
۱	۸۶	۱۵۰۰	چهل کوه	۱	نرماش		املش	۵	ون و پلت
۲	۸۵	۱۳۰۰	رزداری	۲	شفارود		تالش	۲۰	شیردار، پلت، ون
۳	۸۴	۱۳۰۰	رزداری	۳	شفارود		تالش	۸	گیلاس وحشی
۴	۸۰	۳۵۰	انجیل بن	۴				۲	بلندمازو
۵	۷۹	۲۰۰	آسیاب	۵	آستاراچای	لوندویل	آستارا	۵	بلندمازو و پلت
۶	۷۶	۰	نهالستان چمارسرا	۸			چمارسرا	۱	ون
۷	۷۶	۵۰	نهالستان شهرپشت	۹			شهرپشت	۲	ون
۸	۷۶	۰	نهالستان چمارسرا	۱۰			چمارسرا	۰.۵	نمدار
۹	۷۷	۵۰	نهالستان شهرپشت	۱۱			شهرپشت	۲	نمدار
۱۰	۷۶	۵۰	نهالستان شهرپشت	۱۲			شهرپشت	۲	شیردار
۱۱	۷۷	۷۵۰	نهالستان لاجیم	۱۳			لاجیم	۱	گیلاس وحشی
۱۲	۸۷	۲۰۰	طرح دانشکده	۱۴	دانشکده		کردکوی	۱	گیلاس وحشی
۱۳	۸۷	۲۰۰	طرح دانشکده	۱۵	دانشکده		کردکوی	۱	پلت
۱۴	۸۹	۳۰	مرکز اصلاح و تهیه بذر خزر	۱۶			مرکز بذر	۱	بلندمازو

جدول ۳- گونه‌هایی که باغ بذر آنها توسط مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تشکیل شده است.

گونه	استان	شهر	تاریخ احداث	بذردهی
سیاه‌تاغ	قم	قم	۱۳۸۸	دارد
سیاه‌تاغ	یزد	یزد	۱۳۹۲	دارد
سیاه‌تاغ	خراسان رضوی	گناباد	۱۳۹۰	دارد
زردتاغ	قم	قم	۱۳۸۸	دارد
زردتاغ	یزد	یزد	۱۳۹۲	دارد
زردتاغ	خراسان رضوی	گناباد	۱۳۹۰	دارد
ون	مازندران	چمستان	۱۳۹۸	-
شیردار	مازندران	چمستان	۱۳۹۸	-
گیلاس وحشی	مازندران	چمستان	۱۳۹۸	-
سفیدپلت	مازندران	چمستان	۱۳۹۸	-
بذر بنه	کرمان	کرمان	۱۳۹۸	-
اسکنبیل	اصفهان	کاشان	۱۳۹۸	-
محلپ	اصفهان	اصفهان	۱۳۹۸	آغاز گل‌دهی
مورینگا	هرمزگان	میناب	۱۳۹۹	-

نروز با هم مقایسه شدند. نتیجه بررسی نشان داد، بین اندازه مؤثر باغ بذر و تعداد افراد آن رابطه مستقیم وجود داشت. هر قدر تعداد افراد باغ بذر کاهش می‌یافت، به همان نسبت تنوع ژنتیکی کم می‌شد و آلودگی گرده‌های ناخواسته افزایش می‌یافت. تنوع ژنتیکی در دو باغ بذر مورد بررسی با محوطه‌های بذرگیری و توده‌های طبیعی تفاوت معنی‌داری نداشت (Sønstebo et al., 2018).

نهال‌های حاصل از این بذر و سوزن‌های درختان موجود در باغ بذر و نیز درختان مادری در رویشگاه‌های اولیه از طریق نشانگر SSR بررسی شد. نتایج نشان داد، خویشاوندی در نتاج به تقریب نزدیک به صفر بود. تنها ۶/۳ درصد از پروژنی‌ها حاوی گرده‌های خارج از باغ بذر بودند و میزان هتروزیگوسیتی (تنوع ژنتیکی) در پروژنی‌ها و کلن‌های باغ بذر مشابه رویشگاه‌های طبیعی اولیه آنها بود (Chen et al., 2018).

#### بررسی تجربیات جهانی

در اروپا بلافاصله پس از جنگ جهانی دوم، تشکیل باغ بذر کلنال

در بررسی دیگری، دو باغ بذر (۲۵ ژنوتیپی و ۶۰ ژنوتیپی) با دو محوطه بذرگیری و نیز یک توده طبیعی نوئل (*Picea abies*) در



شکل ۲- رابطه شماتیک بین دستاورد و تنوع ژنتیکی

کنفرانس اختصاصی باغ بذر برگزار می‌کند. این کنفرانس‌ها در سال ۲۰۰۷ در سوئد، در سال ۲۰۰۹ در کره جنوبی، در سال ۲۰۱۲ در ترکیه، در سال ۲۰۱۵ در کانادا، در سال ۲۰۱۷ دوباره در سوئد و در سال ۲۰۱۹ در چین برگزار شد. کنفرانس ۲۰۱۹ به‌طور اختصاصی به تأثیر تغییرات اقلیم بر باغ‌های بذر اختصاص داشت.

### رابطه بین باغ بذر و محوطه‌های بذرگیری

تشکیل باغ بذر در کشورهای اروپایی و آمریکایی از اوایل ۱۹۶۰، در کشور ترکیه از سال ۱۹۷۰ آغاز شد. به طوری که در حال حاضر، در این کشورها و به‌ویژه در ترکیه، هزاران هکتار باغ بذر در نسل‌های مختلف وجود دارد، درحالی‌که در ایران، به جز برای دو گونه زردتاغ (*Haloxylon persicum* Bge.) و سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron* C.A. Mey)، هنوز باغ بذری، که بذر فراوان تولید کند، وجود ندارد. بنابراین، در صورت لازم بذرهاى موردنیاز باید از محوطه‌های بذرگیری تهیه شوند. اگرچه محوطه‌های بذرگیری نیز به تعداد محدود در نواحی رویشی هیرکانی و زاگرس شناسایی شده‌اند، ولی ضرورت دارد هم‌زمان با تشکیل باغ‌های بذر، که فرایندی طولانی دارند، محوطه‌های بذرگیری بیشتری شناسایی و ارزیابی شوند تا بذر موردنیاز از این محوطه‌ها تأمین شود. از این رو، بنا به دلایل زیر در ایران نمی‌توان باغ بذر را به‌عنوان تنها منبع مطمئن بذری قلمداد کرد و نیز نمی‌توان باغ بذر را جدا از محوطه‌های بذرگیری مدیریت کرد. باغ بذر و محوطه‌های بذرگیری به دلایل زیر با هم مرتبط هستند: الف) گونه‌های درختی و درختچه‌ای معمولاً از ۳ تا ۳۵ و حتی ۴۰ سالگی بذر می‌دهند (دهقان شورکی، ۱۳۸۴). در ایران گونه‌های درختی مانند تاغ، یا بعضی از اوکالیپتوس‌ها، یا گونه‌های درختچه‌ای مانند اسکنبیل و محلب در سن ۳ تا ۵ سالگی بذر تولید می‌کنند (شکل ۳). با این حال تعداد زیادی از گونه‌های درختی، زودتر از ۲۰ تا ۳۰ سال، بذر تولید نمی‌کنند. به همین دلیل نباید از باغ‌های بذر در کوتاه و حتی میان‌مدت انتظار تولید بذر داشت. در این صورت محوطه‌های بذرگیری خلأ ناشی از دیر بردادن باغ‌های بذر را پر می‌کنند و منبع اصلی تأمین بذر خواهند بود. ب) به دلیل نبود زیرساخت‌های موردنیاز تشکیل باغ بذر (عرصه‌های محصورشده دارای مالکیت دولتی و امکانات زیرساختی و عرصه‌های مناسب در ارتفاعات مختلف)، امکان تشکیل باغ بذر برای همه گونه‌های درختی و درختچه‌ای و نیز امکان تشکیل باغ بذر در محدوده همه اداره‌های کل منابع طبیعی و همه استان‌ها وجود ندارد. در این صورت، محوطه‌های بذرگیری، منابع دائمی تأمین بذر خواهند بود.

ج) در حال حاضر حدود ۲۳۰ محوطه بذرگیری در ناحیه رویشی هیرکانی و زاگرس شناسایی و از آنها بذر تهیه می‌شود (اسپهدی، ۱۳۹۹). از آنجایی‌که در شناسایی این محوطه‌ها اصول اولیه جنگل‌شناسی و حتی اصول اولیه ژنتیکی (در ناحیه رویشی

گونه‌های جنگلی رایج شد. در سوئیس، باغ بذر کلنال گونه‌های *Pinus sylvestris* و *P. abies* در دهه ۱۹۵۰، در دانمارک اولین باغ بذر کلنال با گونه *Larix eurolepis* در سال ۱۹۶۶، در مجارستان باغ بذر کلنال گونه‌های *Larix spp.*، *Pinus sylvestris*، *Pinus nigra*، و *Picea spp.* در سال ۱۹۵۰ و در فنلاند باغ بذر کلنال گونه *P. sylvestris* و گونه‌هایی از جنس *Picea* و *Betula* در سال ۱۹۶۰ تشکیل شد (Nikkanen, 2007). با این حال، از همان دهه ۶۰ در کشورهایی مانند لهستان (Kowal-czyk et al., 2013)، آلمان (Lieseback, 2017)، ترکیه و رومانی (Lucian Curtu, 2017) علاوه بر تشکیل باغ‌های بذر، شناسایی محوطه‌های بذرگیری و تهیه بذر از پایه‌های منتخب در محوطه‌های بذرگیری نیز آغاز شد. هم‌زمان با اروپا، در آمریکا و کانادا، در اواخر سال ۱۹۵۰ و اوایل سال ۱۹۶۰ برنامه تشکیل باغ بذر برای گونه‌های *Pinus taeda*، *P. ellioti*، *P. echinata* و دوگلاس (*Pseudotsuga menziesii* Mirbel.) (Reid, 2007). در آسیا نیز پایه‌گذاران اصلی برنامه باغ بذر کشورهای ژاپن (برای گونه‌های *Cryptomeria japonica* و *Pinus densiflora* در سال ۱۹۷۰) و ترکیه برای گونه کاج جنگلی از سال ۱۹۷۰ بودند (Bilir & Gulcu, 2015).

### برنامه‌های بلندمدت کشورها برای توسعه باغ‌های بذر

در حال حاضر، باغ‌های بذر با رویکرد جدید افزایش تاب‌آوری نسل‌های جدید در مقابل تنش‌های زنده و غیرزنده محیطی از جمله خشکی، آلودگی، آفات و امراض در حال توسعه هستند. در سوئد در سال ۲۰۱۳، برنامه توسعه باغ‌های بذر برای افق ۲۰۳۰ با رویکرد افزایش مقاومت به آفات، امراض و خشکی به همراه رویکرد دستاورد اقتصادی تدوین شد (Almqvist, 2013). در استونی در سال ۲۰۰۳ برنامه درازمدت ۳۰ساله تدوین شد، تا طی آن تا سال ۲۰۳۰، حداقل ۱۷۰ هکتار باغ بذر انواع کاج، ۷۰ هکتار باغ بذر نوتل (*Picea abies*) و ۴ هکتار باغ بذر توس (*Betula pendula*) ایجاد شود (Vares & Krinal, 2013). در لهستان، تا سال ۲۰۰۵ حدود ۶۰ درصد از بذر موردنیاز از محوطه‌های بذرگیری جمع‌آوری می‌شد، اما پیش‌بینی شد تا در چند سال آینده نیاز به بذر حاصل از باغ بذر تا ۱۰ برابر افزایش یافته و به حدود ۴۰ درصد برسد. به همین دلیل، برنامه‌ای درازمدت در افق ۲۰۳۵، برای توسعه باغ‌های بذر تدوین شده است. این برنامه شامل آموزش کارشناسان، ارزیابی امکانات و عرصه‌ها، طراحی عرصه و برنامه‌هایی برای مقایسه کیفیت بذرها حاصل از محوطه‌های بذرگیری و باغ‌های بذر بوده است (Chalupka et al., 2011). در اتریش احداث باغ بذر از سال ۱۹۵۰ شکل گرفت و هم‌اکنون، برای برخی از گونه‌ها مانند گیلاس وحشی، ۱۰۰ درصد بذر و برای نراد (*Abies alba*) ۲۴ درصد بذر موردنیاز از باغ‌های بذر تأمین می‌شود (Konrad, 2017). اتحادیه بین‌المللی سازمان‌های تحقیقات جنگل (IUFRO) از سال ۲۰۰۷ هر دو سال یک بار



شکل ۳- باغ بذر تاغ در قم و بزردهی آن



زاگرس) رعایت شده است، می‌توان گفت بخشی از مراحل اولیه برنامه تشکیل باغ بذر یعنی شناسایی جمعیت‌ها و پایه‌های نخبه انجام شده است. اگرچه ارزیابی تنوع ژنتیکی درون جمعیتی همه محوطه‌های بذرگیری ضروری است، ولی می‌توان ابتدا به شناسایی محوطه‌های بذرگیری اقدام کرد، سپس ارزیابی ژنتیکی درون جمعیتی محوطه‌ها و در ادامه ارزیابی پایه‌های نخبه را برای تشکیل باغ بذر انجام داد. از این رو در ایران که عقب‌ماندگی ۵۰ ساله از تشکیل باغ وجود دارد، ارزیابی محوطه‌های بذرگیری و تشکیل باغ بذر به‌نحوی مکمل یکدیگر هستند.

### ضرورت ارزیابی ژنتیکی محوطه‌های بذرگیری

در شناسایی محوطه‌های بذرگیری، اصول اولیه جنگل‌شناسی که بر اساس استانداردهای مختلف مانند FAO، یا ICRAF رعایت می‌شود، بیشتر مبتنی بر ویژگی‌های اکولوژی محوطه‌ها و خصوصیات جنگل‌شناسی گونه مورد نظر است. با این حال ممکن است پایه‌های بذری در محوطه‌های بذرگیری خویشاوندان نزدیک و حاصل تکثیر رویشی باشند و شاید هم برتری آنها ناشی از غلبه ژنی، یا رقابت محیطی باشد که در این صورت غیرقابل انتقال به نسل‌های بعدی خواهد بود (میرزایی‌نوشن، ۱۳۹۴). در این شرایط، بذرگیری از پایه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در این محوطه‌ها سبب کاهش تنوع ژنتیکی، فرسایش ژنتیکی جنگل‌کاری‌های حاصل از این بذرها و به دنبال آن کاهش تاب‌آوری جنگل‌کاری‌ها در مقابل تنش‌های ناشی از تغییر اقلیم مؤثر بر سازگاری و دامنه گسترش گونه‌های جنگلی (De Dios et al., 2007)، خواهد شد (D'Amato et al., 2011). تنوع ژنتیکی باعث افزایش توان سازگاری جنگل‌کاری‌ها در مقابل تغییر اقلیم می‌شود (Amato et al., 2011; Stoehr et al., 2004). به همین دلیل، ارزیابی تنوع ژنتیکی در محوطه‌های بذرگیری ضروری است.

### امکان‌سنجی تشکیل باغ‌های بذر در ایران

چشم‌انداز (تصویر مطلوب آینده) تشکیل باغ‌های بذر در ایران باید بر اساس نقاط قوت، ضعف، عوامل محدودکننده و زمان‌بندی تأمین نیاز بذری ترسیم شود. برای ترسیم چشم‌انداز توسعه برنامه‌های تأمین بذر و برای تحقق برنامه‌های راهبردی توسعه و احیای جنگل‌های ایران، ابتدا باید فهرستی از فرصت‌ها، تهدیدها، نقاط قوت و نقاط ضعف تهیه شود. سپس، براساس این فهرست‌ها برنامه اجرایی تدوین شود که در ادامه به آن اشاره می‌شود:

#### نقاط قوت:

- توانمندی علمی پژوهشگران
- طرح‌های پژوهشی خاتمه‌یافته در مورد تولید و ارزیابی بذر و نهال و جنگل‌کاری در مناطق مختلف کشور
- وجود زیرساخت‌های مناسب مانند نهالستان‌های متعدد در مناطق جنگلی در نواحی مختلف رویشی

- وجود آزمایشگاه‌های مجهز در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و برخی از مراکز تحقیقاتی استانی، یا مراکز دانشگاهی

#### نقاط ضعف:

- عقب‌ماندگی طولانی مدت (بیش از ۵۰ سال) از برنامه‌های باغ بذر در قیاس با کشورهای همسایه
- نبود فضا و عرصه کافی و مناسب تشکیل باغ بذر از نظر حفاظت و نگهداری در برخی از مراکز تحقیقات استانی
- درگیری بخش‌های اجرایی با مسائل حفاظتی و توجه کمتر آنها به اهمیت منابع تأمین بذر در برنامه توسعه جنگل
- نبود ایستگاه‌های تحقیقاتی، یا عرصه‌های مناسب تشکیل باغ بذر در مناطق مرتفع جنگلی برای گونه‌هایی که در ارتفاعات میان‌بند و بالاتر می‌رویند.
- طولانی بودن زمان شروع گل‌دهی و بذردهی بسیاری از گونه‌های درختی و درختچه‌ای در ایران

#### فرصت‌ها:

- وجود برنامه راهبردی احیاء و توسعه جنگل‌های ایران
- تخصیص منابع مالی برای احیاء و توسعه جنگل‌ها
- تنوع اقلیمی در نواحی مختلف رویشی ایران
- اهتمام ویژه مدیران مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور به اهمیت موضوع منابع تأمین بذر در برنامه احیای جنگل‌ها
- وجود گونه‌های چندمنظوره مانند شاه‌بلوط، زغال‌اخته، گلابی وحشی و بنه که علاوه بر ایفای نقش گونه جنگلی، میوه هم تولید می‌کنند.
- وجود گونه‌هایی که پراکنش انفرادی دارند و امکان مدیریت محوطه بذرگیری برای آنها وجود ندارد و تشکیل باغ بذر تنها راه تأمین بذر آنها خواهد بود.
- وجود دانشجویان توانمند و علاقه‌مند در مقاطع تحصیلی تکمیلی در استان‌های مختلف در رشته‌های منابع طبیعی

#### تهدیدها:

- آسیب‌های ناشی از تغییر اقلیم
- نوسانات قیمت ارز و تحریم و آثار آن در تأمین مواد و تجهیزات آزمایشگاهی
- آثار منفی عدم اجرای صحیح پروژه‌های باغ بذر
- رهاسازی، یا تغییر کاربردی نهالستان‌های جنگلی
- تغییر مدیریت‌ها که معمولاً تغییر و توقف برنامه‌های پیشین را به دنبال دارد
- ادامه‌دار و طولانی بودن برنامه‌های باغ بذر (در مقابل مقاطع ۵ ساله اجرای طرح‌های پژوهشی)

### مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه باغ‌های بذر

همان‌طور که بیان شد تشکیل و توسعه باغ‌های بذر ایده‌آل برای یک





شکل ۴- شمایی از گرده‌افشانی کنترل‌شده در برنامه تشکیل باغ بذر کاج رادیاتا در نیوزلند (برگرفته از Mead, 2013)

کرد. برای تشکیل هر باغ بذر در این مناطق، لازم است حداقل پنج محوطه بذرگیری شناسایی، ارزیابی و معرفی شوند. چنانچه در منطقه، ایستگاه تحقیقاتی، یا عرصه مناسب و سایر امکانات لازم برای تشکیل باغ بذر فراهم نباشد، رویکرد اصلی تأمین بذر، بر محوطه‌های بذرگیری استوار خواهد بود. به عنوان مثال، در استان مازندران ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان برای تشکیل باغ‌های بذر مناسب است. از این رو، ایستگاه تحقیقات چمستان مرکز نقل برنامه‌های تشکیل باغ‌های بذر در ناحیه رویشی هیرکانی خواهد بود. با این حال با توجه نبود ایستگاه تحقیقاتی تا فاصله ۲۰۰ کیلومتر از شرق و ۱۵۰ کیلومتر از غرب ایستگاه تحقیقات چمستان و نیز نبود ایستگاه و یا عرصه‌ای با زیرساخت‌های مناسب در ارتفاعات میان‌بند و بالابند جنگل‌های استان مازندران، تنها می‌توان حدود یک پنجم تا یک چهارم بذور مورد نیاز را از باغ‌های بذر تأمین کرد. در استان‌های گلستان و گیلان که ایستگاه تحقیقاتی با عرصه کافی وجود ندارد، نمی‌توان برای هیچ گونه‌ای باغ بذر تشکیل داد. مگر اینکه سازمان جنگل‌ها عرصه‌ای مناسب، محصور و با امکانات زیرساختی و نیروی انسانی در اختیار قرار دهد. بنابراین، در این استان‌ها منبع اصلی تأمین بذر، محوطه‌های بذرگیری خواهد بود.

#### عوامل مؤثر در انتخاب گونه برای تشکیل باغ بذر

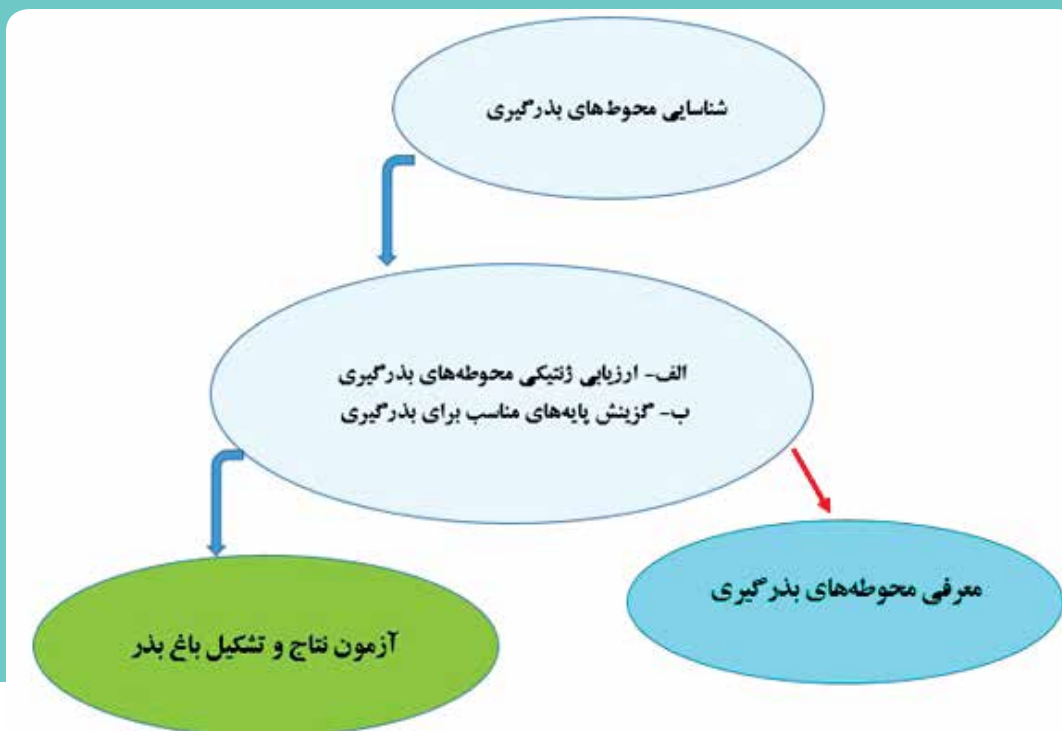
در صورت فراهم بودن زیرساخت‌های لازم برای تشکیل باغ بذر، آنچه اولویت گونه‌های جنگلی را تعیین می‌کند، سطح پراکنش و فراوانی آنها در عرصه‌های طبیعی، همچنین نیاز به بذر آنها در برنامه‌های احیاء و توسعه جنگل در استان یا منطقه جغرافیایی هدف است. پس برای هر منطقه ضرورت دارد گونه‌ها به ترتیب اولویت (اول، دوم و سوم) مشخص شده و در منطقه رویشی، استان‌های واجد اولویت برای هر گونه تعیین شود تا به محض فراهم شدن امکانات لازم، با جمع آوری بذر از پایه‌های نخبه موجود در محوطه‌های بذرگیری (پایه‌های تأییدشده) با جمع آوری بذرها، باغ بذر تشکیل شود. در مراحل بعدی، ویژگی‌هایی مانند وضعیت گونه در معیارهای

گونه درخت یا درختچه جنگلی مستلزم پایش تنوع ژنتیکی موجود در محوطه‌های بذرگیری و انتخاب پایه‌های مناسب در رویشگاه‌های طبیعی آن است. آزمون نتاج توأم با ارزیابی پرووانس نیز گام بعدی است که برای ارزیابی پایه‌های منتخب دنبال می‌شود. همه این اقدامات مقدماتی علاوه بر صرف زمان و هزینه زیاد به نیروهای متخصص در حوزه‌های ژنتیک و جنگل‌داری و همکاری مؤثر آنها نیاز دارد. در مرحله تشکیل باغ بذر، آنچه بیشتر اهمیت دارد، انتخاب عرصه مناسب و مشابه با رویشگاه‌های طبیعی گونه مورد نظر است، که نخست، فاصله کافی با پایه‌های خودرو برای کنترل گرده‌افشانی داشته باشد و دوم، امکان حفاظت فیزیکی، نگهداری مؤثر و مدیریت باغ در آن فراهم باشد. آبیاری، کوددهی، مبارزه با آفات و امراض، هرس و سرزنی مناسب درختان برای هم‌زمانی گرده‌افشانی و بسیاری موارد تخصصی در ارزیابی صفات مختلف و برخی تلاقی‌های کنترل‌شده (شکل ۴)، ضرورت توجه و تأمین نیروهای متخصص و کارگری ماهر برای باغ بذر را نشان می‌دهد.

در ایران مهم‌ترین عامل محدودکننده ارزیابی محوطه‌های بذرگیری، کمبود نیروی انسانی متخصص (با تخصص ژنتیک کمی، یا مولکولی)، عدم دسترسی به آزمایشگاه مجهز در بسیاری از مراکز تحقیقاتی، همچنین عدم فعالیت بسیاری از نهالستان‌های بخش‌های اجرایی است. در مرحله تشکیل باغ بذر نیز می‌توان به عوامل محدودکننده‌ای چون فقدان ایستگاه تحقیقاتی و عرصه‌ای محصور شده و فعال در بخش اجرا در بسیاری از استان‌ها، همچنین کمبود نیروی انسانی متخصص اشاره کرد.

#### سیاست‌گذاری تأمین بذر گونه‌های جنگلی

دسترسی به امکانات و اعتبارات لازم، در سیاست‌گذاری برای تأمین بذر لازم در هر منطقه، نقش مهمی دارد. چنانچه در یک استان، ایستگاه تحقیقاتی و عرصه مناسب، به تعداد کافی وجود داشته داشته باشد، برای گونه‌های دارای اولویت می‌توان باغ بذر استاندارد را تشکیل داد و بخش عمده بذرهای مورد نیاز را از آنها تأمین



شکل ۵- مدل مفهومی تشکیل باغ بذر بر مبنای شناسایی و ارزیابی محوطه‌های بذرگیری

برخوردار بودند، برای تشکیل باغ بذر انتخاب و در نهایت باغ بذر با نهال‌های این پایه‌های مادری ایجاد می‌شود (شکل ۵). به‌طور کلی جزئیات تشکیل باغ بذر را می‌توان در چهار مرحله زیر خلاصه کرد:

الف- شناسایی ۵ الی ۱۰ محوطه بذرگیری برای هر گونه جنگلی

ب- بررسی مولکولی قرابت‌های ژنتیکی حداقل ۱۰۰ پایه مادری در مجموعه محوطه‌های بذرگیری

ج- انجام آزمون نتاج برای ۵۰ پایه مادری گزینش شده از ۱۰۰ پایه‌ای که از نظر مولکولی بررسی شدند.

د- تشکیل باغ بذر با نهال‌های ۳۰ پایه مادری گزینش شده از ۵۰ پایه مادری که وارد آزمون نتاج شدند.

#### منابع:

اسپهدی، ک.، ۱۳۹۹. لزوم توجه به محوطه‌های بذرگیری در برنامه توسعه جنگل. طبیعت ایران، ۵ (۲): ۱۷-۲۱.

بیگلربیگی، م.ر.، کوچ‌پیده، ن. و پاشاپور، م.، ۱۳۸۷. سند توسعه منابع طبیعی و آبخیزداری در افق ۱۴۰۴. انتشارات پونه، تهران، ۴۳ صفحه.

بی‌نام، ۱۳۸۷. برنامه راهبردی جنگل‌های کشور. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۶۴ صفحه.

بی‌نام، ۱۳۹۶. قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه کشور. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، تهران، ۵۹ صفحه.

بی‌نام، ۱۳۹۹. برنامه راهبردی احیاء و توسعه جنگل‌های ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۲ صفحه.

IUCN، وضعیت پراکنش (سطح پراکنش و انفرادی، یا گروهی بودن پراکنش) و اقبال مردمی برای کشت انبوه (گونه‌های شمر جنگلی) و نیز وضعیت زیرساخت‌های موجود در دامنه پراکنش گونه‌ها برخی از معیارهای اولویت‌بندی خواهند بود.

#### بومی‌سازی مدل‌های تشکیل باغ بذر

براساس تجارب چندساله پیرامون منابع تأمین بذر، تولید نهال و جنگل‌کاری، باید مدل‌هایی ارائه شوند که کارایی لازم را برای تأمین بذر انبوه و با کیفیت ژنتیکی مناسب در کوتاه، میان و درازمدت داشته باشد. با این رویکرد، مدل بومی تلفیقی از جمع‌آوری بذر از محوطه‌های بذرگیری و باغ‌های بذر خواهد بود. به همین دلیل، مدل تشکیل باغ بذر در ایران در برخی از مراحل کاملاً وابسته به شناسایی و ارزیابی ژنتیکی محوطه‌های بذرگیری خواهد بود. از این رو، برای تشکیل باغ بذر در مناطق مختلف رویشی کشور، ابتدا محوطه‌های بذرگیری مناسب برای گونه موردنظر شناسایی و ارزیابی می‌شوند. سپس، با ارزیابی ژنتیکی (روش‌های مبتنی بر DNA) و فنوتیپی پایه‌های موجود در هر محوطه، پایه‌های مناسب برای تأمین موقت (پیش از باردهی باغ‌های بذر)، یا تأمین دائم بذر (به دلیل عدم امکان تشکیل باغ بذر در برخی مناطق) شناسایی و گزینش خواهند شد و در ادامه آزمون‌های نتاج انجام می‌شود. در مرحله آخر، با تلفیق داده‌های مربوط به بررسی‌های مولکولی درختان در محوطه‌های بذرگیری و نتایج آزمون‌های نتاج، تعداد مناسبی از پایه‌های مادری که از تنوع ژنتیکی مناسب و توانایی انتقال صفات برتر به نسل‌ها

- jniece, L. Proceedings of Conference "Improving seed production from forest seed orchards in the Baltic sea region countries-establishment, Management, Flowering stimulation and Protection". April 5, 2013, Riga, Latvia, pp. 43-51.
- Liesebach, H., 2017. Mating system analysis in Douglas fir seed orchard and seed stands in Germany. IUFRO Seed Orchard Conference, September 4-6, 2017. Balsta, Sweden, 77p.
- Lucian Curtu, A., 2017. Genetic variation of bud flashing in a Norway spruce seed orchard in Romania. IUFRO Seed Orchard Conference, September 4-6, 2017. Balsta, Sweden, 195 p.
- Mead, D.J., 2013. Sustainable management of *Pinus radiata* plantations. FAO Forestry Paper No. 170. Rome, FAO, 132 p.
- Nikkanen, T., 2007. A review of Finnish seed orchards of Scots pine and Norway spruce. In: Summary reports on papers and posters presented at the seed orchard conference, Umea, Sweden. September 26-28, 2007, pp. 85-97.
- Pliura, A. and Eriksson, G., 1997. Sustainable gene conservation of *Pinus silvestris* in Lithuania. *Baltic Forestry*, 1: 2-9.
- Reid, D., 2007. British Columbia's provincial seed orchard program: multispecies management with integration to the end user. In: Summary reports on papers and posters presented at the seed orchard conference, Umea, Sweden. September 26-28, 2007, pp. 1-11.
- Self, B., 2021. What Are Genetically Improved Seedlings? Mississippi State University Extension, Publication No: P2617. Available at: <http://extension.msstate.edu/publications>.
- Sønsteby, J.H., Tollefsrud, M.M., Myking, T., Steffenrem, A., Nilsen, A.E., Edvardsen, O.M., Johnskås, O.R. and El-Kassaby, Y.A., 2018. Genetic diversity of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seed orchard crops: Effects of number of parents, seed year, and pollen contamination. *Forest Ecology and Management*, 411: 132-141.
- Stoehr, M., Webber, J. and Woods, J., 2004. Protocol for rating seed orchard seedlots in British Columbia: Quantifying genetic gain and diversity. *Forestry*, 77: 297-303.
- Vares, A. and Krinal, E., 2013. Seed orchards in Estonia: past, present and future. In: Laima, A.J and Zvejniece, L. Proceedings of Conference on "Improving seed production from forest seed orchards in the Baltic sea region countries-establishment, Management, Flowering stimulation and Protection". April 5, 2013, Riga, Latvia, pp. 42-55.
- دهقان شورکی، ی.، ۱۳۸۴. تولید بذر و نهال درختان جنگلی. انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی- کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، ۲۷۳ صفحه.
- میرزایی ندوشن، ح.، ۱۳۹۴. باغ بذر درختان جنگلی. دانشگاه تهران، تهران، ۲۷۸ صفحه.
- Almqvist, C., 2013. Methods to stimulate flowering and seed production in spruce seed orchards. In: Laima, A.J. and Zvejniece, L. Proceedings of Conference, "Improving seed production from forest seed orchards in the Baltic sea region countries-establishment, Management, Flowering stimulation and Protection". April 5, 2013, Riga, Latvia, pp. 1-26.
- Bilir, N. and Gulcu, S., 2015. General over-view of forest establishment in Turkish forestry. In: Ivetid V. and Stan-kovic, D. Proceedings: International conference reforestation challenges. 03-06 June 2015, Belgrade, Serbia, pp. 159-163.
- Chalupka W., Barzdajn, W., Blonkowski, S., Burczyk, J., Fonder, W., Grądzki, T., Gryzlo, Z., Kackprzak, P., Kowalczyk, J., Koziol, C., Matras, J., Pytko, T., Rzońca, Z., Sabor, J., Szelağ, Z. and Tarasiuk, S., 2011. The program of conserving forest genetic resources and breeding of trees in Poland for the years 2011-2035. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 180 p.
- Chen, X., Sun, X. and Dong, L. 2018. Mating patterns and pollen dispersal in a Japanese larch (*Larix kaempferi*) clonal seed orchard: a case study. *Science China Life Science*, 61: 1011-1023.
- D'Amato, A.W.D., Bradford, J.B., Fraver, S. and Palik, B.J., 2011. Forest management for mitigation and adaptation to climate change: Insights from long-term silviculture experiments. *Forest Ecology and Management*, 262(5): 803-816.
- De Dios, V.R., Fischer, C.R. and Colinas, C., 2007. Climate Change Effects on Mediterranean Forests and Preventive Measures. *New Forests*, 33(1): 29-40.
- Faulkner, R., 1975. Seed Orchards. Forestry commission Commission bulletin Bulletin. No: 54, 149 p.
- Granhof, J., 1991. Mass production of improved material: Seed Orchards Concept, Design and Role in Tree Improvement. Danida Forest Seed Centre. Lecture Note D-8, Uden navn, pp. 1-31.
- Hansen, O.K., 2008. Mating patterns, genetic composition and diversity levels in two seed orchards with few clones-Impact on planting crop. *Forest Ecology and Management*, 256(5): 1167-1177.
- Jansons, A., 2013. Genetic diversity in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seed orchards in Latvia and factors affecting it. In: Laima, A. J and Zvejniece, L. Proceedings of Conference on "Improving seed production from forest seed orchards in the Baltic sea region countries-establishment, Management, Flowering stimulation and Protection". April 5, 2013, Riga, Latvia, pp. 11-21.
- Konrad, H., 2017. The provision of forest tree seed in Austria: Current status and historic development. In: Funda, T. and Hallingback, H. proceedings of IUFRO Seed Orchard Conference, September 4-6, 2017. Balsta, Sweden, pp. 56-68.
- Kowalczyk, J., Przypaśniak, J. and Rzońca, M., 2013. Revised seed orchard strategy in Poland. In: Laima, A.J and Zve-