



# باغ بذر و محوطه بذرگیری گونه‌های جنگلی، راهبردی مؤثر در حفاظت ژنتیکی، احیا و توسعه جنگل‌های مقاوم به تغییر اقلیم

عباس قمری زارع<sup>۱\*</sup>، کامبیز اسپهبدی<sup>۲</sup> و علی‌اشرف مهرابی<sup>۳</sup>

## مقدمه

۲,۰۰۰,۰۰۰ هکتار جنگل‌کاری است، یعنی برابر با کل تعهدی که دولت (طی چهار برنامه توسعه چهارم، پنجم، ششم و هفتم) برای توسعه جنگل‌کاری در برنامه ایران افق ۱۴۰۴ داشت.

توسعه جنگل‌کاری با شیوه کنونی (که ممکن است همه نهال‌ها از یک، یا تعداد انگشت‌شماری از درختان باشند)، در مقابل تنش‌های ناشی از تغییر اقلیم، کاری بیهوده و اتلاف سرمایه است. برای توفیق برنامه‌های جنگل‌کاری‌های آینده در ایران (که به‌طور عمده حفاظتی و برای ترسیب کربن خواهند بود و نه تولیدی)، در مقابل تنش‌های تغییر اقلیم، باید تنوع ژنتیکی را از توده‌های طبیعی دارای تنوع ژنتیکی بالا به جنگل‌کاری‌ها منتقل کرد. این مهم، جز با

توسعه باغ‌های بذر به شیوه علمی، یا در شرایط اضطرار، شناسایی محوطه‌های بذرگیری استاندارد ممکن نخواهد بود.

## اهمیت ژنتیکی باغ بذر

امروزه باغ بذر گونه‌های جنگلی، سنگ بنای گسترش و بازسازی

ایران جزو کشورهای با پوشش کم جنگل محسوب می‌شود. در دهه‌های اخیر فشار بسیار زیادی به پوشش جنگلی کشور در نواحی مختلف رویشی وارد شده است که نتیجه آن کاهش سطح جنگل‌ها، یا کاهش تراکم آنها بوده است.

کشورها تلاش می‌کنند تا با جنگل‌کاری، ضمن دستیابی به اهداف اقتصادی، پوشش جنگلی را به‌عنوان تضمین‌کننده امنیت زیستی افزایش دهند. در این میان، سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، برنامه جامعی را برای افزایش سطح جنگل‌ها در دست تدوین و اجرا دارد تا در افق ۱۵ ساله، حداقل ۲,۰۰۰,۰۰۰ هکتار به سطح جنگل‌های کشور افزوده شود.

موفقیت توسعه، احیا و بهبود جنگل‌ها، که با هزینه‌های هنگفت جنگل‌کاری انجام می‌شود، متأثر از تهیه و تأمین بذر و نهال مناسب اصلاح‌شده است. به‌تازگی، دولت برنامه یک میلیارد نهال‌کاری را طی سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۶ ارائه کرده که خود معادل حداقل



شکل ۱- محوطه بذرگیری آردوج در جنگل‌های هوراند شهرستان ورزقان آذربایجان شرقی (عکس از: یوسف محمدی)

\*۱- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات زیست فناوری منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: ghamari-zare@riff-ac.ir

۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

۳- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات زیست فناوری منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران



منطقی و علمی جنگل‌ها قلمداد می‌شود و برای دستیابی به منبع مطمئن و تکرارپذیر بذر اصلاح‌شده گونه‌های جنگلی، تشکیل باغ بذر از جمله ضروریات انکارناپذیر است.

باغ بذر، حلقه اتصال میان جنگل‌داران و پژوهشگران و به‌نژادگران گونه‌های گیاهی محسوب می‌شود (Funda and El-Kassab, 2012). بازسازی جنگل‌ها ممکن است به‌صورت زادآوری طبیعی،

یا دست‌کاشت انجام شود. در احیا و بازسازی جنگل‌ها، اولویت تأمین بذر به ترتیب نخست از باغ بذر (بهترین منبع بذر) و سپس از محوطه‌های بذرگیری استاندارد است.

گرچه در بسیاری از مواقع، بذر موردنیاز از توده‌های طبیعی جنگلی تأمین می‌شود ولی برای اجتناب از یکنواختی و آسیب‌پذیری ژنتیکی قابل‌توصیه نیست. تأمین بذر از توده‌های طبیعی جنگلی و حتی محوطه‌های بذرگیری غیراستاندارد نیز می‌تواند یکی از دلایل پس‌روی ژنتیکی جنگل‌های بازسازی شده است.

مهم‌ترین هدف ایجاد محوطه‌های بذرگیری و تشکیل باغ‌های بذر، تولید بذر با کیفیت ژنتیکی بالاست. تنوع ژنتیکی یکی از عوامل مؤثر در سازگاری و انعطاف‌پذیری توده‌های جنگلی در مقابل تنش‌ها و تغییرات محیطی و درنهایت، پایداری و سلامت طولانی‌مدت آنها به‌خصوص در مواجهه با تغییر اقلیم است (Keller et al., 2002).

اثرات منفی ژنتیکی (کاهش تنوع ژنتیکی، افزایش درون‌آمیزی، اختلال در جریان‌های ژنی و افزایش رانش ژنتیکی)، سازگاری و زنده‌مانی گونه‌ها را به خطر می‌اندازد و ریسک انقراض را افزایش می‌دهد (Fageria and Rajora, 2013). موضوع باغ بذر، در همه کشورها، بسیار دیرتر از سایر

گرایش‌های علمی به نشریات پژوهشی راه یافته است، تا اینکه مجموعه عواملی از جمله نیاز بیشتر صنعت به مواد چوبی و ضرورت پرداختن به مقابله با تغییر اقلیم، موجب شد تا امروزه در سطح درخور توجهی به آن پرداخته شود (Mirzai Nodoshan, 2014). در شرایط فعلی، باغ بذر یکی از ابزارهای مقابله با تغییرات اقلیمی و گرم شدن هواست.

### محوطه‌های بذرگیری و تشکیل باغ بذر در ایران

در برنامه‌های تهیه بذر و نهال گونه‌های جنگلی با رویکردی نزدیک به طبیعت، باید چرخه اخذ از اکوسیستم و بازگرداندن به اکوسیستم در یک فرایند علمی به‌خوبی مدیریت شود. تهیه نهال‌های استاندارد و شناسنامه‌دار از گونه‌های درختان و درختچه‌های جنگلی با سازگاری و تنوع مناسب برای نواحی مختلف رویشی کشور، از مهم‌ترین ملزومات برنامه‌های اجرایی در احیا و توسعه جنگل است.

تشکیل باغ بذر با بررسی‌های تنوع و توانمندی ژنتیکی انجام می‌شود. لیکن به‌دلیل موقت بودن محوطه‌های بذرگیری، این حساسیت در آنها دیده نمی‌شود. در ایران، تعداد اندکی باغ بذر در مناطق شمالی و خارج از شمال براساس بذرگیری از فنوتیپ‌های برتر در رویشگاه‌های طبیعی تشکیل شده است. به همین دلیل محوطه‌های بذری و حتی تک‌پایه‌های بذری نقش منابع دائمی تأمین بذر را ایفا می‌کنند. از این‌رو، چون در حال حاضر محوطه‌های بذری نقش منابع دائمی تأمین بذر را دارند،

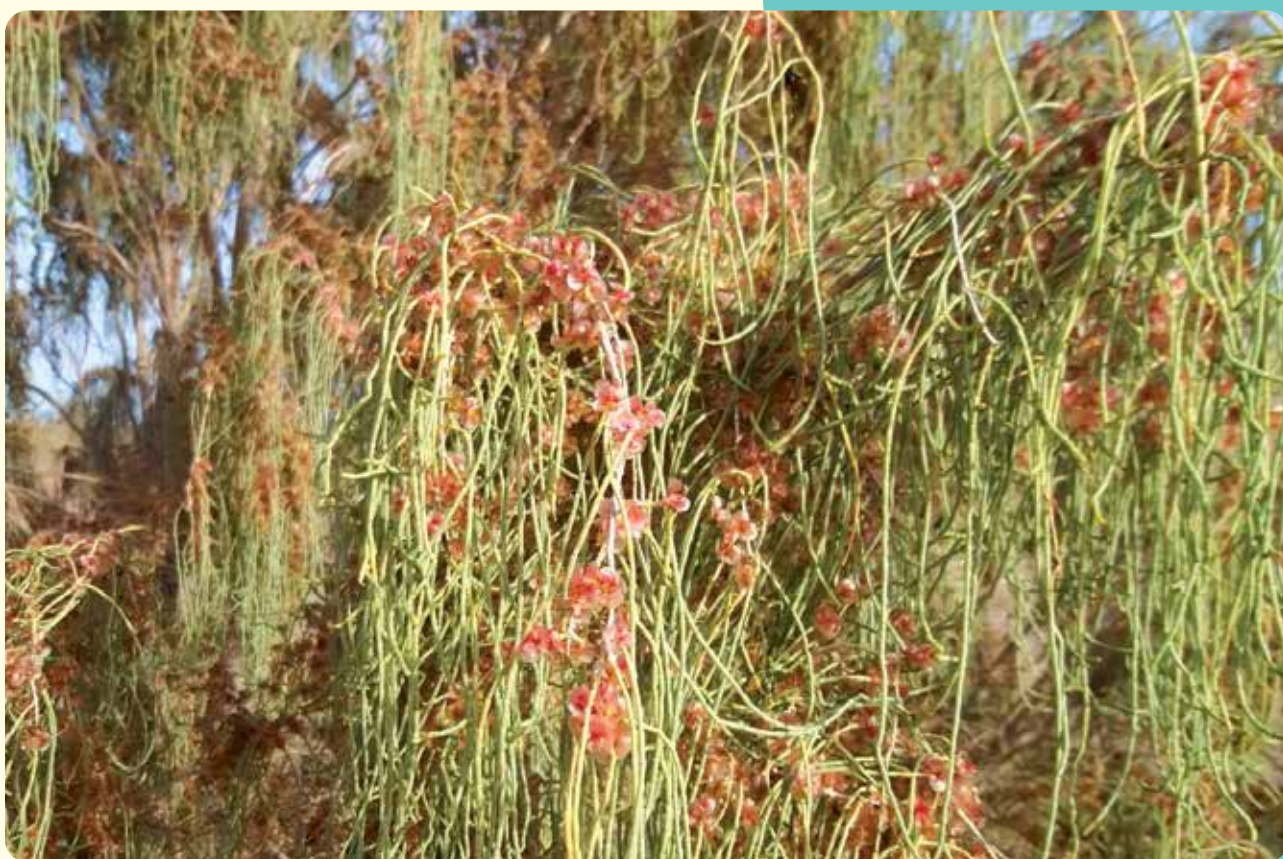


شکل ۲- محوطه بذرگیری گیلاس وحشی واقع در ارتفاع ۱۶۰۰ متر کلیج کلاساری (عکس از: علیرضا اسپهبدی)





شکل ۳- باغ بذر تاغ در قم (عکس از: عباس پورمیدانی)



شکل ۴- بذردهی باغ بذر تاغ در قم (عکس از: عباس پورمیدانی)



شکل ۶- باغ بذر تاغ در گناباد خراسان رضوی (عکس از: یدالله قیصری)



شکل ۵- باغ بذر اسکنبیل کاشان (عکس از: مرتضی ابطحی)

بهترین روش تولید بذر استاندارد برای احیا و توسعه جنگل‌هاست ولی بیش از شمردهی باغ‌های بذر، به‌خاطر ضرورت‌های اجرایی، لازم است بذر موردنیاز از محوطه‌های بذرگیری ارزیابی شده (استاندارد) تأمین شود. همچنین، محوطه‌های بذرگیری منبع انتخاب پایه‌های برتر برای تشکیل باغ بذر هستند.

در تشکیل باغ بذر بر مبنای حفاظت از تنوع ژنتیکی، تلاش می‌شود تا تنوع ژنتیکی توده‌های طبیعی را بتوان به همراه تولید انبوه بذر با کیفیت به فرایند جنگل‌کاری منتقل کرد. براین اساس، توجه به چند اصل مهم اجتناب‌ناپذیر است:

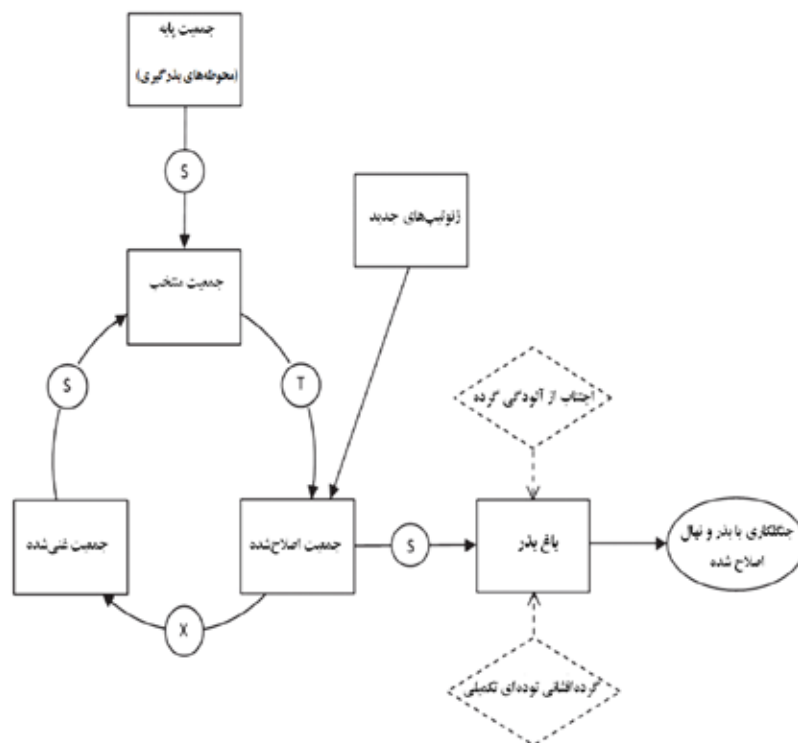
الف) یک جمعیت طبیعی برای اینکه کارکرد مناسب بذری داشته باشد، باید حداقل ۷۵ تا ۱۰۰ پایه مادری (بالغ) مطلوب داشته باشد (COFORD., 2007).

رعایت ملاحظات ژنتیکی مانند حفظ سطح تنوع، جلوگیری از ریزش تنوع و یس‌روی ژنتیکی در محوطه‌های بذری و جنگل‌کاری‌ها، بسیار ضروری است.

### شیوه اجرایی تشکیل باغ بذر در ایران

برنامه راهبردی تشکیل باغ بذر سازگار و بومی‌شده با امکانات موجود در ایران، براساس نظرات سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور و ۲۰ سال تجربه مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور (شکل ۱) به‌صورت زیر است:

الف) شناسایی و تعیین ده‌ها محوطه بذرگیری (منبع اولیه بذر) و تشکیل تعداد اندکی باغ بذر (منبع اصلی تولید بذر) تشکیل باغ بذر استاندارد، به تعداد کافی و تولید بذر موردنیاز از آنها،



شکل ۷- چرخه به‌نژادی درختان جنگلی و تشکیل باغ بذر، S = آزمون‌های مولکولی، T = آزمون نتاج-پرووانس و X = تلاقی بین افراد



بررسی‌های مولکولی و آزمون نتاج در سال چهارم، با حداقل ۳۰ پایه مادری، باغ بذر تشکیل می‌شود. از این رو، لازم است: در مرحله اول، به ازای هر باغ بذر، حداقل ۵ تا ۱۰ محوطه بذری ارزیابی و معرفی شود.

در مرحله دوم، برای قرابت‌های ژنتیکی حداقل یک صد پایه مادری در مجموعه محوطه‌های بذرگیری از نظر مولکولی بررسی شود.

در مرحله سوم، آزمون نتاج برای ۵۰ پایه مادری گزینش‌شده از ۱۰۰ پایه‌ای، که از نظر مولکولی بررسی شده است، انجام شود.

در مرحله آخر، باغ بذر با نهال‌های ۲۰ الی ۳۰ پایه مادری برتر ژنتیکی در مکانی به وسعت تقریبی دو هکتار ایجاد شود. در این مرحله به ازای هر پایه مادری منتخب، بسته به دوپایه، یا تک‌پایه بودن گونه‌ها برای هر یک از پایه‌های مادری، بین ۱۰ تا ۲۰ نهال به باغ بذر منتقل خواهد شد. مثلاً چنانچه در ناحیه هیرکانی، یا در زاگرس، ۱۰ باغ بذر ایجاد شود، به این معنی است که در هر یک از نواحی یادشده، بین ۵۰ تا ۱۰۰ محوطه بذرگیری شناسایی و ارزیابی شده‌اند.

این تعداد محوطه‌های بذرگیری، وظیفه تأمین بذر تا حصول بذر از باغ بذر را بر عهده خواهند داشت. حتی با وجود باغ‌های بذر نیز بخش مهمی از بذرها از محوطه‌های بذرگیری جمع‌آوری خواهد شد.

در مجموع، در یک برنامه ۱۰ ساله، تعداد ۴۳ باغ بذر برای ۲۷ گونه درختی و درختچه‌ای و ۶۱۸ محوطه بذری برای ۴۷ گونه درختی و درختچه‌ای ایران تشکیل خواهد شد. علاوه بر این، ۱۶ باغ

(ب) تعداد افراد مؤثر در لقاح در هر جمعیت معمولاً کمتر از ۴۰ درصد افراد باغ هستند (Falconer and Mckay, 1996).

(ج) از دیدگاه ژنتیک حفاظتی، در هر محوطه بذرگیری، لازم است بذر حداقل از ۲۰ پایه برای گونه‌های دگرگشن و ۳۰ پایه برای گونه‌های خودگشن جمع‌آوری شود (ICRAF, 2003).

(د) برای گونه‌هایی با گستره رویشی وسیع مانند بلندمازو نیاز است تا به ازای هر ۳۰,۰۰۰ هکتار حداقل یک محوطه بذرگیری شناسایی و مدیریت شود.

با رعایت همه این اصول برای تشکیل باغ بذر:

(الف) حداقل پنج جمعیت، یا محوطه بذرگیری مد نظر قرار می‌گیرد. یعنی از حدود ۱۰۰ پایه مادری، بذر جمع می‌شود.

(ب) همه ۱۰۰ پایه موردنظر در پنج محوطه بذرگیری از نظر مولکولی بررسی می‌شوند تا قرابت و خویشاوندی‌های احتمالی مشخص شود.

(ج) در مرحله بعد آزمون نتاج انجام می‌شود تا درختان برتر دارای توان انتقال صفات برتر به نسل‌ها مشخص شوند.

با رعایت این اصول، دیگر برای کاهش تنوع ژنتیکی در باغ‌های بذر نگرانی وجود نخواهد داشت. در واقع تعادلی بین دستاورد و تنوع ژنتیکی ایجاد خواهد شد.

نکته مهم این است که در سه سال اول برنامه تشکیل باغ بذر، محوطه‌های بذرگیری، یا جمعیت‌های مناسب بذرگیری، شناسایی و معرفی می‌شوند. پیش از آغاز بذردهی باغ‌های بذر، محوطه‌های بذرگیری وظیفه تولید بذر را نیز برای جنگل‌کاری‌ها دارند. پس از



شکل ۸- محوطه بذرگیری شمشاد خزری در وزملای سنگده (عکس از: کامبیز اسپهبدی)



شکل ۹- بذر گیلان وحشی جمع‌آوری شده از محوطه بذرگیری اشک ساری برای تشکیل باغ بذر (عکس از: کامبیز اسپهبدی)



شکل ۱۰- آزمون نتاج باغ بذر محلب در اصفهان (عکس از: مسعود اسماعیلی شریف)



تشکیل شده در سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری در دهه ۷۰ نیز بازسازی خواهند شد.

### ارزیابی تنوع ژنتیکی محصول باغ بذر

در این ارزیابی، دو موضوع تنوع ژنتیکی و گرده‌های مزاحم پیگیری می‌شود (شکل ۷). برای اطمینان از فاصله ژنتیکی مناسب بین پایه‌های تشکیل‌دهنده باغ بذر، باید آزمون‌های مختلفی را برای انجام اصلاح احتمالی، یا ادامه برنامه انجام داد که مهم‌ترین آنها ارزیابی تنوع ژنتیکی است که با روش‌های مولکولی (انگشت‌نگاری DNA) انجام می‌شود. در بررسی Chen و همکاران (۲۰۱۸) با عنوان الگوهای لقاح و سیستم گرده‌افشانی در باغ بذر لاریکس ژاپنی (*Larix kaempferi*) در چین (حاصل از تبدیل عرصه پروونانس - پروژنی به باغ بذر)، در سن ۱۰ سالگی بذر، یک کلن از هر ژنوتیپ موجود در باغ بذر، دوباره در طرح تکراردار کاشته شد. سپس DNA سوزن‌های نهال‌های حاصل از این بذر و سوزن‌های درختان موجود در باغ بذر و نیز درختان موجود در رویشگاه‌های اولیه، از طریق نشانگر SSR بررسی شد. نتایج نشان داد، خویشاوندی در نتاج تقریباً نزدیک به صفر بود. تنها ۶/۳ درصد از پروژنی‌ها حاوی گرده‌های خارج از باغ بذر بودند. از همه مهم‌تر میزان هتروزیگوسیتی در پروژنی‌ها و کلن‌های باغ بذر مشابه رویشگاه‌های طبیعی اولیه آنها بود.

در بررسی Sønstebo و همکاران (۲۰۱۸)، دو باغ بذر (۲۵ ژنوتیپ و ۶۰ ژنوتیپ) با دو محوطه بذرگیری و نیز یک توده طبیعی *Picea abies* در نروژ با هم مقایسه شدند. نتیجه بررسی آنها نشان داد، بین اندازه مؤثر باغ بذر و تعداد افراد آن رابطه مستقیم وجود دارد. هر قدر تعداد افراد باغ بذر کاهش یابد، به همان نسبت از تنوع ژنتیکی کاسته می‌شود و آلودگی گرده‌های ناخواسته افزایش می‌یابد. تنوع ژنتیکی در دو باغ بذر مورد بررسی با محوطه‌های بذرگیری و توده‌های طبیعی تفاوت معنی‌داری نداشت.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کمبود بذر و نهال مناسب و استاندارد، مانع اصلی توسعه و احیای جنگل‌هاست. شوربختانه بیشتر جنگل‌کاری‌ها با نهال حاصل از بذوری انجام شده که از کیفیت و تنوع مناسبی، که باعث بهبود جنگل‌ها شود، برخوردار نبوده است.

اولین گام برای بهبود وضعیت جنگل، جلوگیری از پس‌روی ژنتیکی درختان جنگلی و حفظ تنوع ژنتیکی احداث باغ بذر گونه‌های درختان جنگلی است. باغ بذر مکانی است که بذر مورد نیاز یک یا چند گونه درخت جنگلی براساس علم ژنتیک و اصلاح نبات در آن تولید می‌شود. باغ بذر، حاصل کاربرد دانش ژنتیک و به‌تازگی گیاهی در فعالیت‌های جنگل‌کاری است.

کارایی ژنتیکی باغ بذر اهمیت حیاتی دارد، زیرا تعیین‌کننده مقدار دستاورد ژنتیکی و تنوع در جمعیت‌های آتی درختان جنگلی خواهد بود. به‌تازگی با توجه به این موضوع، در فعالیت‌های مدیریتی و علمی به ژنتیک باغ‌های بذر تأکید بیشتری می‌شود. خوشبختانه همه جنبه‌های

مؤثر در کارایی ژنتیکی باغ‌های بذر، اعم از مدل‌های زیست‌شناختی، فرضیات بنیادی و عملیاتی - اجرایی در سایر گیاهان زراعی و باغی مطالعه و با اهداف ارتقای کیفیت ژنتیکی جمعیت‌های گیاهی (افزایش فراوانی آلل‌های مطلوب) استفاده می‌شود.

در این مقاله، با تمرکز بر اهمیت تولید بذر و نهال اصلاح‌شده از محوطه‌های بذرگیری و باغ بذر، مبانی ژنتیکی و شیوه‌های اجرایی لازم ارائه شده است. پژوهشگران ایرانی نیز، با تأخیر چندین دهه ساله، از دو دهه پیش، انتخاب محوطه‌های بذرگیری را براساس مشخصات عرصه‌ای و ارزیابی‌های ژنتیکی و هم‌زمان احداث باغ بذر گونه‌های درختان جنگلی را براساس علم ژنتیک و اصلاح نباتات شروع کرده‌اند. طرح‌های متعددی نیز در این خصوص در دست اجراست. بعضی از باغ‌های بذر نیز به بذردهی رسیده‌اند. حتی با وجود باغ‌های بذر نیز بخش مهمی از بذرها از محوطه‌های بذرگیری جمع‌آوری خواهد شد.

### منابع

میرزایی ندوشن، ح.، ۱۳۹۸. باغ بذر درختان جنگلی. تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۹۴ صفحه.

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. *Sci. China Life Sci.* 61, 1011-1023.

COFORD., 2007. The Council for Forest Research and Development.

Fageria, M.S. and Rajora, O.P., 2013. Effects of harvesting of increasing intensities on genetic diversity and population structure of white spruce. *Evol. Appl.* 18: 6(5):778-794.

Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th Edition, Addison Wesley Longman, p. 365.

Funda, T. and El-Kassaby, Y.A., 2012. Seed orchard genetics. *CAB Reviews*, 7, No. 013. Department of Forest Sciences, Faculty of Forestry, University of British Columbia, 2424 Main Mall, V6T 1Z4 Vancouver, BC, Canada. g CAB International, Online: <http://www.cabi.org/cabreviews>, 2012 (Online ISSN 1749-8848)

ICRAF, 2003. The International Centre for Research in Agroforestry.

Keller, L.F. and Waller, D.M., 2002. Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology and Evolution*, 17:230-41.

Sønstebo, J.H., Tollefsrud, M.M., Mykinga, T., Steffenrema, A., Nilsena, A.E., Edvardsenb, Ø.M., Johnskåsb, 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.