

در میزگرد تخصصی «طبیعت ایران» مطرح شد بررسی نقش بانک‌های ژن در حفظ ذخایر ژنتیکی کشور (بخش اول)

حفاظت از ذخایر ژنتیکی، حفاظت از سرمایه ملی است، به طوری که تمام کشورهای دنیا حساسیت ویژه‌ای روی این موضوع دارند و برای حفظ این ذخایر، اقدامات ویژه‌ای را انجام می‌دهند. با توجه به وقوع تغییرات گسترده از جمله تغییر اقلیم و تغییر کاربری اراضی در طبیعت، ذخایر ژنتیکی گیاهی در معرض خطر جدی قرار دارند و امکان نابودی برخی گیاهان در طبیعت وجود دارد. برای حفظ ذخایر ژنتیکی گیاهی، کشورهای مختلف تدابیری اندیشیده‌اند، یکی از آنها حفظ اندام‌های گیاهان در بانک‌های ژن است. هدف ما از این گفت‌وگو بررسی اهمیت وجود بانک‌های ژن، اقدامات انجام شده در مورد آنها و چالش‌ها و مشکلات پیش‌روی آنها در کشور، همچنین ارائه راهکارهای لازم برای حفظ ذخایر ژنتیکی گیاهی است. در این گفت‌وگو سرکار خانم دکتر زیبا جم‌زاد (رئیس محترم بخش تحقیقات گیاه‌شناسی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور)، آقایان دکتر محمد جعفر آقایی (رئیس محترم مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی کشور)، دکتر بهزاد سرخی (رئیس محترم بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال) و دکتر بهنام حمزه (عضو هیئت‌علمی بخش گیاه‌شناسی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) حضور داشته‌اند.

دکتر احمد رحمانی دبیر تخصصی بخش گفتگوهای چالشی طبیعت ایران: جناب آقای دکتر جعفر آقایی نقش وزارت جهاد کشاورزی در حفاظت از گیاهان و ذخایر ژنتیکی کشور چیست؟ قانون حفاظت از ذخایر ژنتیکی به‌عنوان قانون مصوب مجلس در سال ۱۳۹۶، که در سال ۱۳۹۷ ابلاغ شد، چه وظایفی را برای وزارت جهاد کشاورزی تعیین کرده است؟ در این قانون چه وظایفی برای بانک‌های ژن تعریف شد و وزارت جهاد کشاورزی چه اقداماتی در این خصوص انجام داده است؟



دکتر بهزاد سرخی



دکتر محمد جعفر آقایی



دکتر بهنام حمزه



دکتر زیبا جم‌زاد



دکتر محمد جعفرآقایی (رئیس محترم مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی کشور) ضمن تشکر از برگزاری این جلسه و آرزوی موفقیت برای دست‌اندرکاران نشریه وزین طبیعت ایران، همان طور که استحضار دارید سابقه ما در حفاظت از منابع ژنتیکی کم نیست. در این حوزه، اگر جزو اولین کشورها در سطح دنیا نباشیم، بی‌شک جزو کشورهایی هستیم که خیلی زود

حفاظت از منابع ژنتیکی را آغاز کردیم. بنابر سوابق موجود، محققانی همچون واولیف و کیهارا منابع ژنتیکی را از حدود هفتاد الی صد سال قبل جمع‌آوری کرده‌اند، مجموعه‌های ما نیز از اوایل سال ۱۳۰۰ جمع‌آوری شده‌اند، به‌عنوان مثال در همان زمان آقای مهندس عطایی در دانشگاه تهران اقدام به جمع‌آوری و نگهداری از منابع ژنتیکی کردند. در ادامه و در دهه ۷۰ هم‌زمان با اجرای برنامه‌های اصلاحی و به‌نژادی و آگاهی از نابودی ضمنی تنوع ژنتیکی با پیشرفت کشاورزی و اصلاح نباتات در سطح دنیا، محققان ما نیز متوجه تنوع ژنتیکی وسیع و به شدت آسیب‌پذیر موجود در ایران شدند، ارقام جدید می‌آیند و جایگزین می‌شوند. در نتیجه در وزارت کشاورزی به‌طور کاملاً خودجوش و پیش از تصویب و ابلاغ هرگونه قانونی منابع ژنتیکی جمع‌آوری و نگهداری می‌شد. به‌عنوان مثال مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، علاوه بر شناسایی و تهیه فلور، که وظیفه این مؤسسه بوده است، از اوایل دهه ۶۰ شمسی شروع به جمع‌آوری و نگهداری منابع ژنتیکی کرده است و بدون آنکه قانونی مؤسسه را ملزم به این کار کند، بانک ژن منابع طبیعی را تأسیس کرد. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر نیز زمانی که هنوز قانونی تصویب و ابلاغ نشده بود، بنا به احساس نیاز و با استفاده از منابع خود، اقدام به ایجاد بانک ژن کردند. در ادامه، سیاست‌گذاران کشور این نیاز را درک کردند. از لحاظ قانونی نیز، در برنامه توسعه سوم و چهارم با صراحت به وظیفه وزارت جهاد کشاورزی در

جمع‌آوری منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی و نگهداری منابع آب و خاک اشاره شد، همچنین در سیاست‌های کلی نظام، در آن بخشی که به منابع طبیعی برمی‌گردد، حفاظت از منابع ژنتیکی به‌عنوان یکی از وظایف وزارت کشاورزی به شمار آمده است. در قانون ایمنی زیستی هم پیش از تصویب قانون حفاظت از منابع ژنتیکی، به این وظیفه وزارت کشاورزی اشاره شده بود. سرانجام پس از یک فعالیت ۱۷-۱۶ ساله برای وضع قانون حفاظت و بهره‌برداری از منابع ژنتیکی، اگرچه همه انتظارات ما محقق نشد، اما قانونی تصویب شد که از تخریب و دسترسی غیرمجاز به منابع ژنتیکی جلوگیری می‌کرد. این قانون وظیفه حفاظت از منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی را به‌طور واضح به وزارت جهاد کشاورزی واگذار کرده است و انتظار دارد وزارت جهاد کشاورزی اقدام لازم را برای ثبت، شناسایی، نگهداری، پیگیری، حفاظت، بهره‌برداری، کنترل دسترسی، ورود و خروج، استیفای حقوق ملی در حوزه منابع ژنتیکی و حتی منابع خارج شده از کشور انجام دهد. در عمل نیز با توجه به نیاز موجود در حفاظت و بهره‌برداری از منابع، که پیش‌ازین هم وجود داشت، نهادهایی در داخل و خارج از وزارت جهاد کشاورزی تشکیل شده و به‌طور خودجوش وظیفه حفاظت را شروع کرده بودند، مثل بانک ژن منابع طبیعی، بانک ژن گیاهی ملی ایران در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، جهاد دانشگاهی، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، مؤسسه تحقیقات علوم دامی، مؤسسه تحقیقات شیلات، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی. برخی از مراکز و مؤسسات تک‌محصولی نیز مانند مؤسسه دیم، مؤسسه پنبه، مؤسسه چغندر قند و ایستگاه حبوبات شروع به نگهداری منابع ژنتیکی کردند. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران نیز که از اوایل قرن حاضر نمونه‌های باارزشی را جمع‌آوری کرده بود، با فراهم شدن امکانات جدید، نگهداری از منابع ژنتیکی غلات و حبوبات را آغاز کرد. برخی دانشگاه‌ها هم بنا به نیاز کاری خود اقدام به ایجاد کلکسیون‌هایی کردند که در نوع خود فعالیت‌های جدید و بسیار مفیدی بودند. برخی از مجموعه‌ها نیز به دلیل نقص کار ما ایجاد شده‌اند، گاهی روش ما در نگهداری، روشی محدود بوده است و تمام



جنبه‌های حفاظت را مد نظر قرار نداده است، گاهی نیز مرکز یا مؤسسه‌ای تشخیص می‌داد که فعالیت‌های ما، نیازهای آن مرکز یا مؤسسه را برآورده نمی‌کند، به همین دلیل و برای رفع نیاز خود اقدام به ایجاد یک کلکسیون می‌کرد، با افزایش تدریجی تعداد این کلکسیون‌ها، کنترل و نظارت روی آنها با مشکلاتی روبه‌رو شد. در شرایط کنونی برای ایجاد هماهنگی میان همه این کلکسیون‌ها به یک مرکز مدیریت واحد نیاز داریم. در قانون حفاظت و بهره‌برداری از منابع ژنتیکی نیز به این موضوع اشاره شده است، که وزارت جهاد کشاورزی با تجمیع تمام واحدهای ذیل این قانون در ساختاری جدید، منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی را به صورت متمرکز مدیریت کند. این دیدگاه کسانی است که قانون را تصویب کردند و روح قانون نیز همین است. ولی در عمل منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی بسیار متنوع و تخصصی است. برای نمونه تخصص مؤسسه اصلاح بذر، گیاهان زراعی، تخصص مؤسسه تحقیقات علوم دامی، دام و تخصص مؤسسه تحقیقات شیلات، آبریان است. منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی شامل منابع گسترده‌ای از گیاهان زراعی، جنگل، مرتع، باغبانی، دام، طیور، زنبور عسل، کرم ابریشم، آبریان، حشرات، میکروارگانیسم‌ها و موارد بسیار دیگری است و مؤسسه‌ای که مسئول نگهداری از این منابع هستند، در واقع متخصصان این منابع به شمار می‌آیند و شاید اگر خود، مسئولیت نگهداری از این منابع را بر عهده گیرند، بهتر از اجرای عین متن قانون مصوب توسط وزارت کشاورزی یعنی تجمیع همه این تخصص‌ها و ایجاد یک ساختار جدید و متمرکز باشد. بنابراین، آنچه که در عمل در آیین‌نامه پیش‌بینی شده است، وجود نهادهای متولی در داخل و خارج از وزارت جهاد کشاورزی است که با جمع‌آوری و نگهداری منابع ژنتیکی، تمام تلاش خود را در حفاظت از این ذخایر انجام می‌دهند، اگرچه این سازمان‌ها پراکنده هستند. بنابراین در وزارت جهاد کشاورزی به جای ایجاد یک ساختار متمرکز، ساختاری با

عنوان مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیک تشکیل شده است که مسئول هماهنگی

میان سازمان‌ها و مدیریت منابع است. این مرکز موظف است از پراکنده‌کاری، دوباره‌کاری، کار موازی و انجام کارهای غیراستاندارد جلوگیری کند و بر همه منابع ژنتیکی نگهداری شده در داخل کشور نظارت داشته باشد.

طبیعت ایران: برای آغاز بحث مطالب مفیدی را به همراه توضیحات کامل مطرح فرمودید. طبق صحبت‌های جنابعالی اگرچه بانک‌های ژن متعددی در کشور وجود دارند، ولی دو بانک ژن منابع طبیعی و بانک ژن گیاهان زراعی و باغی به‌عنوان دو بانک ژن بزرگ در کشور فعال هستند. برای جمع‌آوری گونه‌ها و تصمیم‌گیری در انتخاب آنها برای حفاظت در بانک ژن چه استراتژی وجود دارد؟

دکتر زیبا جم‌زاد (رئیس محترم بخش تحقیقات گیاه‌شناسی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور)

طبق فرمایش دکتر جعفرآقایی، ذخایر ژنتیکی جزو منابع استراتژیک هر کشور است و اگرچه سابقه حفاظت از آنها به گذشته‌ها باز می‌گردد، ولی این موضوع به‌طور جهانی بعد از تصویب کنوانسیون تنوع زیستی رسمی یافت، کشورهای مختلفی این کنوانسیون را امضا کردند یا به‌عبارت‌دیگر کشورهای متعاقد این کنوانسیون موظف شدند ذخایر ژنتیکی خود را حفظ کنند و علاوه بر حفظ این ذخایر در رویشگاه‌های طبیعی، به‌عنوان یک برنامه کمکی، از آنها در خارج از رویشگاه‌های طبیعی، در بانک‌های ژن، باغ‌های گیاه‌شناسی و سایر مراکز مربوطه

حفاظت کنند. بنابراین مهم‌ترین استراتژی در حفظ منابع ژنتیکی، حفاظت از رویشگاه‌های طبیعی است. در واقع حفاظت در خارج از رویشگاه برای کمک به حفاظت از رویشگاه طبیعی است. استراتژی ما باید چه باشد؟ به‌طورکلی از نظر استراتژی جهانی باید روی آن دسته از منابع ژنتیکی متمرکز بود که به دلایل مختلف در رویشگاه‌های طبیعی در معرض خطر قرار دارند. به‌عبارت‌دیگر حفاظت از این منابع یا منابع ژنتیکی که رویشگاه آنها مورد تهدید است، باید در اولویت باشد. به‌عنوان مثال، در زمان احداث سد لار، با توجه به آب‌گیری سطح وسیعی از زمین‌های





محدوده سد، پوشش گیاهی منطقه زیر آب می‌رفت و منابع ژنتیکی بسیاری نابود می‌شد، از این رو، باغ گیاه‌شناسی ملی ایران با هدف حفاظت، تعدادی از آن گیاهان را جمع‌آوری و پس از انتقال به باغ اقدام به کاشت و نگهداری از آنها کرد. بنابراین با توجه به استراتژی مطرح شده سی بی دی هر کشوری باید منابع ژنتیکی خود (CBD: Convention on Biological Diversity) را در رویشگاه‌های طبیعی حفاظت کند و اولویت حفاظت در خارج از رویشگاه طبیعی با گونه‌هایی است که انحصاری هستند، یا رویشگاه در معرض تهدید دارند، یا مثل گونه‌های دارویی، دارای ارزش اقتصادی هستند، همچنین گونه‌های مرتبط در تأمین غذای انسان نیز باید حفظ شوند، به‌رحال نکته مهم این است که کشورها وظیفه دارند منابع ژنتیکی خود را حفظ کنند. نظر به اهمیت حفظ ذخایر ژنتیکی، بانک ژن منابع طبیعی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، با تمرکز بر جمع‌آوری و حفاظت از گیاهان بومی از رویشگاه‌های طبیعی شروع به کار کرد. با توجه به اهمیت حفاظت از منابع ژنتیکی مرتبط با غذا و کشاورزی، مؤسسه اصلاح بذر و نهال در بانک ژن ملی، روی گیاهان زراعی و باغی و منابع مرتبط با غذا متمرکز شد و این مسئولیت را به نحو خوبی بر عهده گرفت، بنابراین فعالیت خاصی روی منابع طبیعی نداشت. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، به‌دلیل وظیفه اصلی خود یعنی شناسایی تنوع زیستی گیاهی کشور، فعالیت گسترده‌ای در این زمینه داشت و با توجه به حضور متخصصان، اقدام به جمع‌آوری گیاهان بومی و وحشی فلور ایران و حفاظت از آنها در بانک ژن منابع طبیعی کرد و روی گونه‌های فلور ایران متمرکز شد. در همان ابتدای کار نیز، نیاز به وجود یک استراتژی بود تا تعیین کند از میان ۸۰۰۰-۷۵۰۰ گونه موجود در کشور، چه گیاهانی باید جمع‌آوری و نگهداری شوند؟ آیا باید تمام آنها را جمع‌آوری

کرد؟ یا اینکه با توجه به هزینه‌های بالا، گیاهان باید هدفمند و با برنامه‌ریزی خاصی جمع‌آوری و نگهداری شوند. در ادامه بحث راجع به مشکلات بانک ژن صحبت خواهیم کرد. بالاخره در مورد اینکه چه گیاهانی باید جمع‌آوری شوند، تصمیم‌گیری شد. در همان ابتدای تشکیل بانک ژن چند طرح تعریف شد و گیاهان موردنظر در چهارچوب این طرح‌ها جمع‌آوری شدند. بذور گیاهان دارویی در قالب پروژه «جمع‌آوری بذور گیاهان دارویی» و بذور گیاهان مرتعی و جنگلی نیز در قالب پروژه‌های «جمع‌آوری بذور گیاهان مرتعی و جنگلی» جمع‌آوری و در بانک ژن نگهداری شدند. اجرای این پروژه‌ها تا سال ۱۳۹۵ ادامه داشت. در این سال با مرور کارهای انجام شده و احساس نیاز به توسعه آنها، طرح جدیدی برای تکمیل جمع‌آوری‌ها تعریف شد، که در ادامه آقای دکتر حمزه درباره آن توضیحاتی ارائه خواهند کرد، در واقع این طرح روی جمع‌آوری بذور گیاهان انحصاری و نادر تمرکز دارد. اگرچه طرح جمع‌آوری بذور گیاهان مرتعی با توجه به چرای بی‌رویه و تخریب جمعیت گیاهان مرتعی اهمیت بسیاری داشت و طرح جمع‌آوری بذور گیاهان دارویی نیز بسیار مهم بود، ولی استراتژی مهمی که باید به آن توجه می‌کردیم، حفاظت از گونه‌های انحصاری بود. حفاظت از این گونه‌ها به‌دلیل حضور در یک کشور و در یک مکان خاص از اولویت و اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طبق آمار موجود، در حال حاضر حدود ۲۳۰۰ گونه انحصاری در کشور وجود دارد، ذکر این نکته لازم است که آمار دقیق تعداد گونه‌ها، به زودی بعد از جمع‌بندی‌های نهایی اعلام خواهد شد. برخی از این گونه‌ها بسیار نادرند، یا به‌عبارت‌دیگر **Local Endemic/ Narrow Endemic** هستند، یعنی اندمیک‌هایی هستند که فقط در یک رویشگاه حضور دارند. تعدادی از گونه‌های اندمیک نیز پراکنش به‌نسبت وسیعی دارند، به‌طوری‌که در استان‌های مختلف و با جمعیت‌های به‌نسبت خوبی مشاهده می‌شوند، به هر حال، ما موظف به حفاظت از آنها هستیم، در واقع این

گونه‌ها باید در مقیاس جهانی دیده شوند.

طبیعت ایران: لطفاً برای آگاهی خوانندگان این مطلب در مورد گونه‌های اندمیک توضیحات بیشتری ارائه فرمائید. به چه گونه‌هایی اندمیک گفته می‌شود؟

دکتر جم‌زاد: گونه انحصاری (endemic) گونه‌ای هست که در یک رویشگاه خاص و در یک منطقه جغرافیایی خاص حضور دارد و خارج از آن محدوده دیده نمی‌شود. گونه انحصاری، یا اندمیک ایران، به‌طور طبیعی در خارج از مرزهای سیاسی ایران و در هیچ جای دیگری از جهان نمی‌روید. گونه‌های اندمیک یادشده در کتاب فلور ایرانیکا، در واقع گونه‌های حاضر در فلات ایران و کشورهای این محدوده جغرافیایی (ایران، عراق، افغانستان و بخشی از پاکستان) هستند، پس اگر گونه‌ای در فلور ایرانیکا به‌عنوان گونه انحصاری معرفی شده است، نمی‌توان آن را جزو گونه‌های انحصاری ایران دانست، در واقع این گونه انحصاری فلات ایران است و ممکن است به‌طور هم‌زمان در ایران و عراق وجود داشته باشد. وقتی در مورد گونه انحصاری ایران صحبت می‌کنیم، یعنی آن گونه تنها در مرز جغرافیایی ایران وجود دارد و در خارج از آن وجود ندارد. گونه‌های انحصاری ایران در چند گروه طبقه‌بندی می‌شوند، برخی از آنها فقط یک رویشگاه دارند و بسیار حساس و آسیب‌پذیرند، برخی دیگر در چند رویشگاه حضور دارند و بعضی نیز در رویشگاه‌های متعددی دیده می‌شوند. میزان حضور گونه‌های انحصاری در سطح دنیا اولویت دارد، تا جایی که IUCN هم مبنای تعیین جایگاه حفاظتی گونه‌ها را جهانی می‌داند. به‌عنوان مثال وقتی جایگاه حفاظتی گل صدتومانی (Peonia) در ایران در معرض خطر انقراض اعلام می‌شود، وضعیت آن را در مقیاس منطقه‌ای نشان می‌دهد، از آنجایی‌که این گیاه هم در ایران و هم در اروپا پراکنده‌گی دارد، نمی‌توان آن را در سطح جهان در معرض خطر انقراض دانست. به‌عبارت‌دیگر، با اینکه این گونه در مقیاس منطقه‌ای در معرض خطر انقراض است، در مقیاس جهانی و در لیست IUCN در معرض

خطر انقراض طبقه‌بندی نمی‌شود. یعنی هنگامی‌که ما جایگاه حفاظتی «گونه‌های انحصاری» خود را تعیین کنیم، این تعیین جایگاه در سطح جهان تعریف می‌شود. اگر گونه‌ای هم در ترکیه و هم در ایران حضور داشته باشد، در صورتی می‌توانیم جایگاهش را اعلام کنیم که علاوه بر ایران، رویشگاه طبیعی آن را در ترکیه نیز بررسی کنیم و با اندازه‌گیری معیارها جایگاه آن را در سطح جهان اعلام کنیم. بنابراین کشورها با اولویت بر گونه‌های انحصاری، یا اندمیک خود و با توجه به وجود موارد تهدیدآمیز برای گونه‌ها، نگهداری منابع ژنتیکی را در بانک‌های ژن انجام می‌دهند، ما نیز هم همین استراتژی را به کار بردیم و علاوه بر گونه‌های انحصاری، گونه‌های نادر را نیز مد نظر قرار دادیم. گونه‌های نادر در ایران گونه‌هایی هستند که منشأ حضور و پیدایشان جایی غیر از ایران است، اما ادامه حضورشان در ایران است. به‌عنوان مثال، گونه‌ای حضورش از اروپا شروع شده است و تا ترکیه ادامه داشته و جمعیتی از آن هم در شمال غرب ایران حضور دارد. گونه‌های نادر گونه‌هایی هستند که حداقل در سه رویشگاه وجود داشته باشند. در واقع استراتژی ما این‌گونه بوده است و براساس این استراتژی، طی چهار سال گذشته بذره‌ای لیست‌شده را جمع‌آوری کردیم. مبنای جمع‌آوری بذر را نیز آقای دکتر حمزه توضیح می‌دهند.

طبیعت ایران: آقای دکتر سرخی لطفاً در مورد استراتژی جمع‌آوری و نگهداری گونه‌های زراعی و باغی در بانک ژن مؤسسه اصلاح بذر و نهال توضیحاتی بفرمایید. چه گونه‌هایی و چطور جمع‌آوری می‌شوند؟ آیا تمرکز روی گونه‌های خاصی است یا همه گونه‌ها جمع‌آوری و نگهداری می‌شوند؟ دکتر بهزاد سرخی (رئیس محترم بخش تحقیقات ژنتیک و ذخایر توارثی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال) با توجه به اهمیت موضوع، لازم است در ابتدا از تلاش‌های انجام شده برای تصویب قانون حفاظت منابع ژنتیکی و مراحل مربوط به اجرایی کردن آن، همچنین تعیین ضوابط مرتبط با آیین‌نامه دسترسی و بهره‌برداری

از منابع ژنتیکی، ق‌ردانی کنم. با تصویب این قانون، کشور ما وارد عرصه جدیدی از نگرش به منابع ژنتیکی و افزایش آگاهی عمومی برای ارزش نهادن و پاسداشت این ثروت بی‌انته‌ا و خدادادی شد. در پاسخ به سؤال طرح شده، از نظر تاریخی، فعالیت‌های حفاظت منابع ژنتیکی شامل جمع‌آوری و احیای نمونه، به‌صورت گسترده در مؤسسه اصلاح بذر (پیش از شکل‌گیری آن) و در زمان مرحوم مهندس عطایی و دکتر

مربوطه در بانک ژن دانشگاه تهران موجود است. در آن زمان، عملیات جمع‌آوری و مأموریت‌های انجام شده از منظر استراتژیک، با دیدگاه زراعی و کشاورزی بوده است و نمونه‌های زراعی از مزارع کشاورزان در قالب ارقام بومی و محلی جمع‌آوری و سپس در قالب کلکسیون‌های مربوطه نگهداری شده‌اند. به‌عنوان مثال طیف وسیعی از گندم‌های مزارع کشاورزان که بیشتر



به‌صورت محلی و خودمصرفی در مناطق مختلف ایران کشت و زرع می‌شده است، جمع‌آوری شده‌اند که امروزه و در اکثر موارد با توجه به

عدل در بنگاه بذری که مسئولیت مدیریت بذر کشور را به‌عهده داشته است، پیگیری و عملیات شناسایی و حفاظت از بذره‌ای شده انجام می‌شد که مستندات



جایگزینی آنها با ارقام اصلاح شده پرمحصول، اثری از آنها در مزارع کشاورزان دیده نمی‌شود. در آن زمان مأموریت‌ها مختص حفاظت خارج از محل رویشگاه طبیعی و به صورت Ex-Situ Conservation بوده است و حفاظت در محل رویشگاه اصلی گیاهان In-Situ Conservation و توجه به قوانین بالادست زیست‌بوم و محیط‌زیست کمتر مد نظر قرار می‌گرفت. خوشبختانه امروزه با توجه به مخاطرات و ملاحظات ما در محیط‌زیست و مسائل اکوسیستمی توجه به وظیفه بنیادی حفاظت In-Situ که پیش‌تر به آن اشاره شد، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

توجه جهانیان به منابع ژنتیکی گیاهی بیشتر برای مصارف غذا و کشاورزی است، به همین دلیل پروتکل‌ها، لوایح، قوانین و کنوانسیون‌های بین‌المللی بیشتر بر منابع ژنتیکی مهم از نظر اقتصادی در مورد غذا و کشاورزی تمرکز دارند. در این زمینه، اولویت جهانی، حفاظت از منابع ژنتیکی مرتبط با امنیت غذایی بشر است که باید در بستر حفاظت و بهره‌برداری پایدار از اکوسیستم مورد توجه قرار گیرد. به‌عنوان مثال یکی از شروط اکید جمع‌آوری نمونه‌های ژنتیکی (با رویکرد Ex-Situ) رعایت این مسئله است که گیاه نباید در معرض خطر نابودی یا مخاطره انقراض قرار گیرد و بذر و نمونه قابل تکثیر کافی بین و درون گونه‌ای باید در طبیعت وجود داشته باشد. به‌عبارت دیگر، هنگامی می‌توان اقدام به جمع‌آوری کرد که به‌اندازه کافی بذر نمونه در طبیعت برای احیاء وجود داشته باشد.

در ارتباط با استراتژی حفاظت In-situ، هرچند که در وضعیت ایده‌آل، بانک ژن گیاهی ملی ایران، حفاظت از ۷ منطقه تعیین شده با دیدگاه بهره‌برداری زراعی و باغی را در کل کشور در دستور کار خود قرار داده است، لیکن در عمل و طی سنوات اخیر، تنها ایستگاه موردنظر حفاظت درون رویشگاه اصلی یعنی منطقه میان‌جنگل استان فارس، با بیش از ۲۰۰ نمونه گیاهی از مدیریت متوسط و شرایط نگهداری با محدودیت‌های بسیار برخوردار بوده است.

در پروژه‌ها و استراتژی‌های ارائه شده به دولت یا وزارت جهاد کشاورزی، با هدف بهره‌برداری از منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی، ۷ منطقه دیگر هم معرفی شده است که علی‌رغم طرح در برنامه‌های سوم، چهارم و پنجم، به دلیل عدم وجود زیرساخت قانونی، هیچگاه عملیاتی نشده است. در مجموع همان طور که به آن اشاره شد، بعد از تصویب (CBD) یا کنوانسیون تنوع زیستی در سال ۱۹۹۲ میلادی و در ادامه، تصویب آن در مجلس، پیگیری‌ها بسیار جدی‌تری شد. وظیفه نه‌ادینه متولیانی که به‌صورت خودجوش کارشان را از سال‌ها پیش شروع کرده بودند، همچنان ادامه دارد، این مهم، هم‌اکنون و با وجود مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی با مسئولیت آقای دکتر جعفر آقایی، بسیار شکیل‌تر و با تمرکز و یکپارچگی بیشتر انجام خواهد شد.

کاری که در مؤسسه اصلاح بذر انجام شد، در واقع شکل‌گیری یک بانک ژن استاندارد در سال ۱۳۶۲ با کمک FAO بود، که فعالیت‌های تخصصی حفاظت از منابع ژنتیکی زراعی و باغی را از مدت‌ها قبل با هدف جمع‌آوری به‌منظور تشکیل کلکسیون‌های کاری و بهره‌برداری از ژرم‌پلاسما زراعی - باغی و خویشاوندان آنها در بخش‌های تحقیقاتی خود انجام داده بود. بعد از شکل‌گیری بانک ژن گیاهی ملی ایران در بخش ژنتیک و ذخایر توارثی مؤسسه متبوع، کلیه جمع‌آوری‌ها و مسائل حفاظت ژنتیکی منابع و ذخایر گیاهی، بر اساس ضوابط FAO پیگیری شد. در زمان شروع فعالیت‌های بخش جدید، یکی از مراکز گروه‌های بین‌المللی مشاورتی کشاورزی به نام IPGRI، مسئولیت تدوین و استانداردسازی و تبیین حفاظت، حفظ تنوع و مدیریت منابع ژنتیکی برای غذا و کشاورزی را به عهده داشت، امروزه این مهم را مرکز biodiversity International انجام می‌دهد. امروزه مراکز دیگری هم به‌طور جدی بحث جمع‌آوری، حفاظت، نگهداری و بهره‌برداری منابع ژنتیکی را در اندازه‌های بسیار بزرگ انجام می‌دهند.

در تقسیم‌بندی موجود، منشأ نگرش به جمع‌آوری، نگهداری و حفاظت در Gene Pool یا حوض ژنی a، b و c گیاهان زراعی است. سهولت استفاده از ژن‌ها در حوض ژنی a به‌واسطه نبود موانع گرده‌افشانی، لقاح نرمال

و تولید نتاج بدون ناهنجاری و بدون استفاده از تکنیک‌های نجات جنین، هاپلوپیدی و کشت بافت حداکثر و در حوض ژنی III مانند خویشاوندان وحشی سایر گونه‌ها و جنس‌های یک خانواده، به‌واسطه وجود موانع در استفاده از ژن‌های مطلوب حداکثر است. نگرش در اصلاح نباتات این چنین است که ابتدا از ارقام و لندریس‌هایی استفاده شود که می‌توانند دهنده ژن‌های اصلاحی و مفید باشند و مانعی برای اصلاح کلاسیک از طریق گرده‌افشانی نداشته باشند. امروزه با شکستن مرزها و موانع بهره‌برداری از خزانه‌های ژنی موجود توسط تکنیک‌های بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک، حتی امکان استفاده از ژن‌های مفید سایر موجودات، که قرابت ژنتیکی قابل‌قبولی را برای ترکیب‌پذیری در تولیدمثل جنسی و ایجاد نوترکیب‌های اصلاحی با گونه و جنس موردنظر ندارند، نیز فراهم شده است. این مسئله اهمیت نگهداری و بهره‌برداری از همه گونه‌های منابع ژنتیکی را دوچندان می‌کند.

در بانک ژن گیاهی ملی ایران علاوه بر استراتژی جهانی برای جمع‌آوری نمونه‌ها بر اساس معیارهای مربوط به تنوع ژنتیکی، فرسایش ژنتیکی و انقراض گونه، نگرش جمع‌آوری بر مبنای اصلاح نباتات کاربردی و جمع‌آوری آل‌های موجود با فر ژنی گونه، زیرگونه و واریته‌های مختلف اعطاکننده صفات مطلوب اصلاحی نیز وجود دارد.

یعنی در مواردی که دسترسی به ژن کنترل‌کننده صفاتی مانند مقاومت به تنش‌های محیطی، سازگاری اقلیمی، یا کیفیت و خاصیت موردنظر باشد، ممکن است محدودیت‌های جغرافیایی، یا استانداردهای جمع‌آوری روتین را مدنظر قرار ندهیم. یعنی اگر در پروتکل نوشته شده است به فاصله n متر از نقطه جمع‌آوری اول، جمع‌آوری دوم را انجام دهید و با توجه به غیریکخوانی توده اقدام به جمع‌آوری شود، ممکن است در سطح تنوع موجود در یک میکروکلیم، یا در فاصله نزدیک‌تر از آن حریم تعیین شده، جمع‌آوری‌ها را انجام دهیم.

همکاران ما تاکنون طی اجرای پروژه‌های مختلف، منابع ژنتیکی را بدون هیچ مرز و محدودیتی حتی خارج از عرصه طبیعی

رویش آنها جمع‌آوری کردند. به‌عنوان مثال، در پروژه‌های بزرگ برای جمع‌آوری نمونه‌های سبزیجات، دریافت بذور از کشاورزان یا خرید آنها از فروشندگان محلی و روستایی، ضمن رعایت ملاحظات پروتکل‌های استاندارد، کاربردی بودن بذور را نیز برای تحقیقات و به‌زادای مدنظر قرار داده‌اند. در این میان، نمونه‌هایی نیز وجود داشته‌اند که حائز استفاده دومنظوره یا مصارف کاربردی بااهمیت بوده‌اند، یا باحیطه کاری بانک ژن جنگل و مرتع تداخل داشتند، یا موردی که در آن بیش از ۲۰۰ نمونه ارزشمند گیاه دارویی جمع‌آوری شد. درواقع جمع‌آوری نمونه‌های غیرزراعی به‌منظور امکان‌سنجی اهلی‌سازی و زراعت و اصلاح نمونه‌ها انجام شده است. برای مثال در سال جاری بیش از ۱۰۰ نمونه زیره کشت کردیم که با نتایج بسیار خوبی همراه بود، البته توجه ما بیشتر روی به‌گزینی به‌منظور بهره‌برداری‌های پیش‌اصلاحی است. به‌طورکلی مؤسسه اصلاح بذر با رویکرد بهره‌برداری و کاربرد، اقدام به جمع‌آوری نمونه‌هایی کرده است که ارزش اصلاحی دارند، یا می‌توانند برای اصلاح و برنامه‌های پیش‌اصلاحی استفاده شوند. به‌عنوان مثال نمونه‌های موجود در کلکسیون حبوبات، براساس ضوابط بین‌المللی و فلور ایرانیکا جمع‌آوری شده است و نمونه‌های تکمیل‌کننده آن از مراکز بین‌المللی و با هدف بهره‌برداری وارد بانک ژن شده‌اند، درمجموع تمرکز روی جمع‌آوری نمونه‌هایی بوده است که بتوان در آینده از آنها در بخش‌های مختلف تحقیقاتی استفاده کرد. در بسیاری از موارد به‌دلیل هزینه‌بر بودن کارهای پیش‌اصلاحی روی مواد بانک ژن و دسترسی به لاین‌های اصلاحی، تبادل شده میان پروژه‌های بین‌المللی و برنامه‌های بخش‌های اصلاحی، انجام کارهای زیربنایی روی مواد بانک ژن به‌منظور شناسایی و بهره‌برداری آن چنان که باید و شاید، انجام نشده است. در ارتباط با جمع‌آوری نمونه‌های موردنظر مؤسسات یا نهادهای متعدد نیز، باید به مواردی توجه شود. برای نمونه ممکن است شیوه‌های جمع‌آوری بسته به منظور بهره‌برداری، استراتژی و متأثر از آن متفاوت

باشد. با تشکیل مرکز مدیریت و با تقسیم‌بندی وظایف، از تداخل آنها جلوگیری و استراتژی کشور برای جمع‌آوری، نگهداری و حفاظت منابع ژنتیکی تعیین می‌شود. کشور ژاپن با تمرکز مخالف است، آنها یک بانک ژن اصلی و زیربانک‌های ژن (بانک‌های تخصصی و موضوعی) بسیارفعال دارند که براساس آشیان اکولوژیکی محصولات هر منطقه تعریف و کلکسیون اصلی محصول یا گونه در آن منطقه متمرکز می‌شود. برخی دیگر از استراتژی‌های جهانی بر این باورند که تجمع و تمرکز منابع ژنتیکی در یک نقطه برای حفاظت و نگهداری خارج از عرصه و زیستگاه بهتر است. به‌هرصورت این موضوع جزو تصمیم‌گیری‌هایی است که باید در استراتژی ملی حفاظت منابع کشاورزی و منابع طبیعی تدوین، برای مدیریت به سایر مراکز ابلاغ و اجرایی شود.

طبیعت ایران: از صحبت‌های شما برداشت می‌شود، که تمرکز این مؤسسه بیشتر روی گیاهان زراعی است. آیا درمورد محصولات باغی هم اقداماتی انجام داده‌اید؟ خط‌مشی شما در این زمینه چیست؟

دکتر بهزاد سرخی

همان‌طور که پیش‌تر در طرح‌های جنگل و مرتع توضیح داده شد، اساس کار بانک ژن حفاظت Ex-Situ است و بیشتر روی جمع‌آوری بذور فعال بوده است. وظیفه نگهداری و بهره‌برداری منابع ژنتیکی باغی، پیش از تأسیس مؤسسه باغبانی کشور، به‌عهده مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بوده است، هم‌اکنون نیز مدیریت حفاظت بانک ژن همچنان برعهده این مؤسسه است. مطابق آخرین اعلام از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و دستورالعمل ابلاغی همچنان مرجع پاسخگویی حفاظت منابع ژنتیکی باغی، بانک ژن گیاهی ملی ایران است.

شروع و سابقه جمع‌آوری و نگهداری نمونه‌های باغی در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به شروع کار بخش تحقیقات باغبانی و بانک ژن گیاهی ملی ایران بازمی‌گردد. با توجه به اینکه در بیشتر

موارد، نگهداری نمونه‌های باغی در قالب کلکسیون‌های بذری نبوده است، حفاظت، جمع‌آوری و بهره‌برداری از آنها براساس کلکسیون‌های کاری در مجموعه باغ‌های ایستگاه‌های تحقیقاتی انجام می‌شد، درواقع محققان براساس نوع تخصص و موضوع کاری خود، نمونه‌های مختلف باغی را جمع‌آوری و ژنوتیپ‌های گزینش شده را برای ادامه فعالیت‌های باغی و اصلاحی در کلکسیون‌های کاری مربوطه نگهداری می‌کردند. علت جمع‌آوری نمونه‌ها در کلکسیون‌های باغی با اهداف باغ‌های گیاه‌شناسی متفاوت است، در باغ‌های گیاه‌شناسی هدف، جمع‌آوری نمونه‌ای از گونه یک منطقه است که نماینده اقلیم و تنوع زیستی آن منطقه باشد، اما در یک کلکسیون باغی طیف وسیعی از ژنوتیپ‌های مورد استفاده برای اصلاح یک گونه خاص جمع‌آوری می‌شوند. در اینجا، علاوه بر صفات تمایزی، مجموعه‌ای از صفات مرفولوژیکی، فنولوژیکی، فیزیولوژیکی، کیفی، عملکردی و صفات پاتولوژیکی و سازگاری‌های اقلیمی برای اصلاح درختان میوه پرمحصول و با کیفیت و سازگار با شرایط مختلف آب‌وهوایی و متحمل یا مقاوم به تنش‌های زنده و غیرزنده موردنظر قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال برای مجموعه «به»، مجموعه‌ای از درختان «به» متعلق به اقصی نقاط کشور و مجموعه‌ای از سایر درختان، به‌عنوان پایه برای پیوند «به»، در ایستگاه تحقیقات اصفهان جمع‌آوری شده‌اند که می‌توانند برای اصلاح «به» استفاده شوند. مجموعه درختانی که برای اصلاح انار، پسته، عناب، گلابی، آلبالو، گیلان، سیب، خرما، انگور و سایر گیاهان باغی استفاده می‌شوند نیز به همین ترتیب کلکسیون‌های کاری تخصصی خود را دارند. مشابه سیاست تمرکززدایی بانک ژن ژاپن، در ایران نیز گیاهان باغی در اقلیم‌های مربوطه و به‌صورت جداگانه نگهداری می‌شوند. برای نمونه کلکسیون انگور در تاکستان (قزوین)، مجموعه عناب در خراسان جنوبی و خرما در خوزستان نگهداری می‌شود. نمونه‌های جمع‌آوری شده در کلکسیون‌های ایرانی بیشتر بومی هستند و طی مأموریت‌هایی به مناطق هدف جمع‌آوری و برای شناسایی تکمیلی و احیای بذور به



با نک های ژن منتقل شده‌اند. موارد مربوط به جمع‌آوری خارج از مرزهای ایران بسیار ناچیز هستند، این نمونه‌های خارجی یا Exotic

مانند کلکسیون مرکبات شمال، اگزوتیک هستند. بیش از ۹۸ درصد از منابع ژن گیاهی ملی ایران در مؤسسه اصلاح بذر، نمونه‌های ایرانی هستند. بسیاری از نمونه‌های موجود در کلکسیون‌های کاری مؤسسات ایرانی

سیمیت، ایکریست، ایری و غیره با هدف انجام تحقیقات کاربردی و معرفی رقم به ایران تحویل داده شده است. به‌طورکلی مجموعه‌ای از نمونه‌های داخلی و خارجی در کلکسیون‌های باغی و زراعی جمع‌آوری و با روش‌های مختلفی نگهداری می‌شوند. در بعضی موارد تنها یک نسخه از نمونه نگهداری می‌شود، مانند نمونه‌های پسته اردکان که نمونه ارزشمندی از پسته‌های بومی دنیا است و در استان یزد و در باغ نگهداری می‌شود، در بعضی موارد نیز بیش از یک نسخه از نمونه نگهداری می‌شود، مانند انار ساوه که در سه نسخه حفظ و نگهداری می‌شود، دو نسخه در محل قدیم و جدید و به ترتیب در داخل و خارج شهر ساوه و نسخه سوم (به‌عنوان نسخه پشتیبان) که در ایستگاه تحقیقات یزد نگهداری می‌شود.

طبیعت ایران: آیا بذور کلکسیون‌های زنده موجود مثل کلکسیون انار یا سایر کلکسیون‌ها به‌عنوان ماده ژنتیکی در بانک ژن حفظ و نگهداری می‌شوند؟ در کلکسیون‌ها درختان اصلاح شده هستند یا همه ژنوتیپ‌ها نگهداری می‌شوند؟

دکتر بهزاد سرخی

در حوزه منابع ژنتیکی باغی، بذر بعضی نمونه‌ها قابلیت جوانه‌زنی آسان و احیا و اصلاح از طریق پایه بذری را دارند، در موارد زیادی نیز مشکلات بسیاری برای جوانه‌دار کردن و استفاده از دانه یا هسته درختان باغی به‌خاطر وجود موانع جوانه‌زنی و سبز کردن گیاهچه در مقایسه با مزایای تکثیر غیرجنسی یا رویشی وجود دارد. در مجموع مشابه تکثیر و نگهداری درختان درحوزه جنگل و مرتع، بیشتر توجه و تمرکز بر کلکسیون رویشی است. بذر برخی از نمونه‌ها نیز به‌سهولت گیاهان زراعی، تکثیر و احیا نمی‌شوند، در مواردی نیز حفاظت درون‌شیشه‌ای با استفاده از تکنیک‌های کشت بافت مانند تکنیک نجات جنین و هاپلوئیدی برای اصلاح، قابل استفاده است و گاهی حتی به‌عنوان گزینه برتر مورد توجه برنامه احیا و نگهداری قرار می‌گیرد.



نمونه‌های خارجی با منشأ غیرایرانی هستند نظیر نمونه‌های محصولات اساسی چون گندم، جو، برنج، نخود، عدس، سورگوم و غیره که از مراکز گروه‌های مشورتی بین‌المللی کشاورزی CGIAR مثل ایکاردا،

بیشتر با ارسال درخواست‌های رسمی از مراکز تحقیقات ملی و بین‌المللی دریافت شده‌اند. همان طور که اشاره شد قسمتی از منابع جمع‌آوری شده در کلکسیون‌های کاری،

طبیعت ایران: آیا مؤسسه باغبانی بانک ژن جدایی دارد؟

دکتر بهزاد سرخی

همان طور که پیش از این گفته شد، بانک ژن گیاهی ملی ایران متولی حفاظت از نمونه‌های باغی و زراعی است. نمونه‌های باغی در باغ‌ها و ایستگاه‌های تحقیقاتی هفت پژوهش‌کننده مؤسسه تحقیقات باغبانی کشور نگهداری می‌شوند. مجموعه بذور زراعی در سردخانه‌های بانک ژن گیاهی ملی ایران با حفاظت از نوع Ex-Situ شامل ۹۹ درصد از بذورهای گیاهان زراعی و فاقد بذور گیاهان باغی است. همچنین از تعداد بیش از ۳۰۰ نمونه از گیاهان باغی در کلکسیون رویشی بانک به صورت درون‌شیشه‌ای حفاظت می‌شود، برای مثال نمونه‌های سیب‌زمینی، نمونه درختان میوه نظیر سیب، پسته، گلابی و فندق، گیاهان زینتی مثل ارکید و رز، سبزیجات و گیاهان دارویی مانند نعنا و غیره. به طور کلی ما در بانک ژن به دنبال ایجاد بستر نگهداری میان‌مدت و بلندمدت گیاهان با رشد رویشی هستیم.

درواقع حفاظت از کلکسیون‌های باغی بیشتر به صورت حفاظت در سطح باغ انجام می‌شود. این مسئله در ارتباط با نگهداری بذور زراعی و ارقام بومی، حفاظت در مزرعه (On Farm Conservation) نامیده می‌شود. در زمینه حفاظت در باغ (Orchard Habitat)، ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده، در باغی که با این هدف شکل می‌گیرد، به صورت نهال، گیاه بالغ یا پیوند روی پایه سازگار نگهداری می‌شوند. البته در برخی موارد که نمونه بذری باشد، یعنی نهال از بذور به وجود آمده باشد یا بذری را تولید کرده باشد، بذور نیز در قالب مجموعه‌های کاری نگهداری می‌شوند. در مواردی که گیاهان هتروزیگوت و دارای ارزش ژنتیکی باشند، بذور حاصل نمی‌تواند ارزش ژنوتیپی فرد را بروز دهد ولی در مجموع نتایج یک ژنوتیپ دربرگیرنده ترکیبات مختلف ژنی والد دهنده بوده و پایه گیرنده آن هستند. برای حفظ جمعیت، کلن‌ها نگهداری می‌شوند، بهترین روش نیز، روش مورد استفاده محققان در بخش‌های مختلف کشور است، آنها نمونه‌های باغی

را جمع‌آوری و حفاظت و کلکسیون‌های ارزشمندی را از نظر اقتصادی احداث کرده‌اند. ذکر دوباره این نکته مهم است، اگرچه نمونه‌های بذری در مواردی می‌توانند سبب حفاظت ژنوتیپی شوند، اما تمرکز روی نگهداری و حفاظت از بذور نبوده است.

طبیعت ایران: ضمن تشکر از توضیحات مفصل آقای دکتر سرخی، جناب آقای جعفر آقایی موارد تکمیلی را برای موضوعات مطرح شده در این قسمت از گفت‌وگو بفرمایید، تا وارد بحث بعدی شویم.

دکتر محمد جعفر آقایی

آقای دکتر سرخی خیلی کامل مطالب را ارائه کردند. بنده در این قسمت به تفاوت میان مجموعه‌ها اشاره می‌کنم. استفاده از اصطلاح بانک ژن برای مجموعه‌ها به معنی تشابه آنها نیست، مجموعه‌ها معمولاً بسته به ویژگی‌ها و نیازهای موجوداتشان، روال‌های مناسب با آنها را به کار برده‌اند. به عنوان مثال، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور در مجموعه خود توجه بسیاری به گونه‌های اندمیک دارد، زیرا تعریف این مؤسسه از منابع ژنتیکی به «گونه» متکی است، اگر جوامعی از یک گونه در کشور دیگری حضور دارد، پس دیگر در معرض خطر انقراض نیست، اما در بانک ژن گیاهی ملی ایران، «گونه» خیلی مطرح نیست، این «جمعیت» است که اهمیت زیادی دارد و گاهی حتی تا سطح آل هم پیش می‌رود. برای مثال هم‌اکنون گندم به لحاظ گونه‌ای، در معرض خطر نیست و بالاترین سطح کشت را دارد، تا آنجا که هیچ گیاهی در دنیا این سطح از کشت را ندارد، بنابراین کسی نمی‌تواند بگوید گندم در معرض خطر است ولی از دیدگاه حفاظت از منابع ژنتیکی زراعی، گندم در معرض خطرترین گیاه دنیا است، به طوری که، تعداد زیادی از بانک‌های ژن دنیا ذخایر خود را به گندم اختصاص داده‌اند، در حفاظت از گیاهان زراعی توجه به جمعیت بسیار مهم است، تمرکز روی گونه اهمیت زیادی ندارد، در واقع برخلاف گونه‌ها، جمعیت‌ها به شدت در معرض خطر هستند. در سیمیت حدود ۲۰۰,۰۰۰ نمونه نگهداری می‌کنند، که از این تعداد، حدود ۱۳۰,۰۰۰ الی ۱۴۰,۰۰۰

آن گندم

است. در کلکسیون آمریکا هم همین‌طور است. در کلکسیون بانک ژن ملی گیاهی نیز از ۷۰,۰۰۰ نمونه در حال نگهداری، ۲۰,۰۰۰ نمونه گندم است. همه‌جای دنیا همین‌طور است، حتی ژاپن که کشاورزی آن بر پایه گندم نیست، کلکسیون بسیار بزرگی از گندم دارد. موضوع دیگر موجود در بانک ژن‌ها نگاه اندمیک به نگهداری و حفاظت است، همواره تلاش کردیم گونه‌های مربوط به خود را نگهداری کنیم. در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذور و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور این چنین بوده است. در حالی که، گاهی ضروری است به گونه‌های خارجی توجه بیشتری کنیم. گاهی کشاورزی تجاری ما به گونه‌ها و ژنوتیپ‌های خارجی بسیار وابسته است. گونه‌های بومی اساس کشاورزی تجاری ما را تشکیل نمی‌دهند، تنها بخش کوچکی از کشاورزی ما بر اساس گونه‌های ایرانی است، بنابراین اگر از بانک ژن به عنوان پشتیبان و حامی کشاورزی یاد می‌شود، باید به گونه‌های خارجی توجه بیشتری کرد، این وضعیت در مؤسسه تحقیقات باغبانی بهتر دیده شده است. در باغبانی هم ممکن است بسیاری از گونه‌ها ایرانی باشند، اما گونه‌ها و ژنوتیپ‌های خارجی هم مورد توجه بوده‌اند و جمع‌آوری شده‌اند. این موضوع در سطح دنیا هم بسیار معمول است. در بانک ژن ژاپن ۵۰۰ تا ۶۰۰ هزار نمونه در حال نگهداری است، در حالی که این تعداد کل گونه‌های موجود در ژاپن نیست، اگرچه کشاورزی در این کشور چندان وسعتی ندارد، اما آنها سعی کرده‌اند همه نمونه‌های دنیا را نگهداری کنند. در سایت Genesys که اطلاعات اروپا را نگهداری می‌کند نزدیک به ۴,۰۰۰,۰۰۰ نمونه نگهداری می‌شود. مگر تعداد گونه‌های موجود در کل اروپا چقدر است؟ و کشاورزی آن چقدر متنوع است؟ بانک‌های ژن دنیا برخلاف ما توجه زیادی به اندمیک یا اگزوتیک نداشتند، به عبارت دیگر ما در ایران به جای توجه به نیاز کشاورزی تنها به حفظ منابع ژنتیکی بومی کشور توجه کردیم. به

همین دلیل، گاهی مجموعه‌ها برای کاربردهای عملی به‌تازدی کافی نیستند.

طبیعت ایران: ضمن تشکر از



و حفظ محصولات کشاورزی آغاز شده و هدف اصلی آن نیز حفظ غذای موردنیاز دنیا در صورت بروز مشکلات خاص بوده است، هم‌اکنون نیز محصولات و دانه‌های کشاورزی در اولویت حفاظت قرار دارد، منابع طبیعی نیز

بعد از آن به منابع طبیعی روی آورده است و هم‌اکنون از تمام کشورهای دنیا درخواست می‌کند محصولات خارج از حوزه کشاورزی را برای آنها ارسال کنند. هدف اصلی نیز جهانی بودن یا یکپارچه بودن کره زمین است تا اگر روزی، دنیا با مسئله‌ای مواجه شد، بتوان از کل آن حفاظت کرد. به‌طورکلی دیدگاه حفاظت‌نگرشی جهانی دارد و آن چیزی که سازمان‌های جهانی مطرح می‌کنند، به‌خاطر بشریت و کل دنیا است. در ایران نیز پیش از طرح موضوع حفاظت از ذخایر منابع طبیعی، حفاظت از منابع کشاورزی و مسائل مربوط به آن مطرح بوده است. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور طبق وظایف و خواسته‌های خود، روی عرصه‌های منابع طبیعی متمرکز است. در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران و در مجموعه بانک ژن موجود در باغ حدود ۴۶,۰۰۰ اکسشن در حال نگهداری است. در ابتدا، جمع‌آوری‌ها به‌صورت عمومی بوده است. هر گونه‌ای را از هر عرصه‌ای از منابع طبیعی جمع‌آوری و نگهداری می‌کردند، بعد از آن، در سال ۱۳۹۵، با توجه به موارد مطرح شده در IUCN و کنوانسیون تنوع زیستی و تعداد زیاد گونه‌های اندمیک و نادر در ایران، اهمیت حفظ و نگهداری آنها بیش‌ازپیش احساس شد. درجه آسیب‌پذیری گونه‌های اندمیک و نادر به‌دلیل باریک بودن ویژگی‌های اکولوژیک بسیار زیاد است، به‌طوری‌که ممکن است یک منبع ژنتیکی گیاهی بسیار ارزشمند از یک محل به راحتی از بین برود. از آنجایی‌که جمعیت‌های زیستی دربردارنده تنوع ژنتیکی هستند، بنابراین ما به جمعیت‌ها نیز توجه می‌کنیم، درواقع توجه به تنوع ژنتیکی در جمع‌آوری‌ها است. به هر حال طرح جامع «حفاظت ex situ گونه‌های گیاهی ایران ۱۴۰۰» در سال ۱۳۹۵، در مؤسسه شروع شد و وظیفه هماهنگ کردن اجرای آن به اینجانب واگذار شد. هدف اصلی این بود که درمورد گونه‌های اندمیک و نادر در عرصه‌های منابع طبیعی کشور، طبق پروتکل تدوین شده توسط بانک ژن مؤسسه (با اقتباس از کیو)، اقدام به جمع‌آوری بذر کنیم و بذرها را جهت نگهداری به بانک ژن مؤسسه تحویل دهیم. این طرح چهار زیرپروژه ملی دارد که کشور را به استان‌های جنوبی و استان‌های



بعدها به این پروتکل اضافه شد. به‌دلیل تبادل ژنتیکی بین ارقام کشاورزی و منشأ ژنتیکی مادری آنها در طبیعت و نیز به‌دلیل وقوع تغییرات اقلیمی در منابع طبیعی، دیدگاهی به وجود آمد که اهمیت منابع طبیعی را به‌عنوان بستر کشاورزی با آن در یک سطح قرار داد، بنابراین، هردوی آنها باید حفظ و نگهداری شوند. کشوری مثل نروژ که ذخایر ژنتیکی بسیار زیادی را نگهداری می‌کند، ابتدا با ارقام ژنتیکی کشاورزی غذایی شروع کرده و

توضیحات کامل شما، موضوع بعدی شیوه جمع‌آوری بذور است. جناب آقای دکتر حمزه با توجه به گستردگی کشور و تنوع زیاد گیاهی، بذور در بانک ژن منابع طبیعی ایران با چه اولویت‌ها و مکانیسم‌هایی جمع‌آوری می‌شوند؟

دکتر بهنام حمزه (عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات گیاه‌شناسی)
شکل‌گیری بانک ژن در دنیا با دیدگاه ذخیره

شمالی، استان‌های شمال غرب و شمال شرق، استان‌های مرکزی و استان‌های غربی تقسیم کرده است. هر کدام از این چهار بخش یک مجری ملی از ستاد مؤسسه دارد و یک مجری ملی هم خانم دکتر جلیلیان از مرکز تحقیقات کرمانشاه هستند. هر کدام از زیرپروژه‌های ملی هم زیرطرح‌ها و مجریانی در استان‌ها دارند. به‌عنوان مثال استان‌های جنوبی شش مجری زیرپروژه و استان‌های شمال، شمال غرب و شمال شرق کشور نیز هر کدام شش مجری زیرپروژه دارند. علاوه بر این‌ها زیرپروژه‌های مربوط به بانک ژن مؤسسه نیز در این طرح قرار می‌گیرند که آنها هم چهار مجری دارند. در مجموع ۲۹ عضو هیئت علمی و محقق در ستاد و سایر استان‌ها به‌عنوان مجری در این طرح شرکت دارند. چهار استاد گیاه‌شناسی از جمله خانم دکتر جم‌زاد و اساتید بخش گیاه‌شناسی به‌عنوان اساتید اصلی برای شناسایی گیاهان در این طرح حضور دارند. اصل و پایه اصلی این طرح شناسایی گیاهان و اسامی صحیح علمی آنها است. یکی از مشکلات بزرگ ما در کشور گیاه‌شناسی است، وجود حدود ۸,۰۰۰ گونه گیاهی در کشور، ورود به عرصه شناسایی را نیازمند حضور تخصص‌های متعدد و ویژه‌ای می‌کند، این کار ظرافت و دقت فراوانی نیاز دارد. شناسایی و تشخیص یک گونه اندمیک با یک لوکالیته خاص که توسط یک متخصص گیاه‌شناس مثل خانم دکتر جم‌زاد معرفی شده است، برای یک شخص غیرمتخصص زمان‌بر و هزینه‌بر خواهد بود، حال آنکه خود ایشان توانایی شناسایی آن را در سریع‌ترین زمان ممکن دارد. جناب آقایان دکتر اسدی، مظفریان، معصومی و اینجانب در حوزه خودم، در این بخش از کار حضور داریم، این بخش بسیار مهم است.

پیش از تعریف زیربنای طرح نیاز به یک پروتکل وجود داشت، پیش‌فرض طرح باید بر چه اساسی تعریف می‌شد؟ گونه نادر و اندمیک چگونه باید برای طرح تعریف می‌شد؟ طرح سرکار خانم دکتر جم‌زاد، براساس پروتکل IUCN، در حال شناسایی گونه‌های در معرض خطر و نادر است. در خصوص گونه‌های نادر هم IUCN دستورالعملی دارد که در آن به تعریف گونه نادر اشاره کرده است. در معرض خطر بودن ارتباط خاصی با گونه اندمیک و نادر دارد.

در واقع هر دوی این‌ها با یکدیگر همپوشانی دارند و به هم پیوسته‌اند. با توجه به همه اینها، ما تصمیم گرفتیم از منابع مختلفی برای تعریف طرح خود استفاده کنیم، اولین و اصلی‌ترین منبع شناسایی، فلور ایرانیکا و دومین منبع شناسایی فلور ایران

با حداقل ۵ لوکالیته را در مجموعه فلور مبنا قرار دهیم. به عبارت دیگر، اگر از یک گونه ۵ لوکالیته بیشتر جمع‌آوری نشده باشد، آن گونه نادر است، پس گونه یا نادر است یا نادر نیست. با همین روش یک ذخیره ژنتیکی جمع‌آوری شد که



به زبان فارسی است. فلور ایران به زبان فارسی حالت بازبینی و تکمیل شده فلور ایرانیکا است که توسط گیاه‌شناسان ما تهیه می‌شود و براساس نتایج تحقیقات به روز گیاه‌شناسی به معرفی منابع حال حاضر ما می‌پردازد. علاوه بر این دو منبع، از مجموعه Red Data تألیف خانم دکتر جم‌زاد و آقای دکتر جلیلی، استفاده کردیم، همچنین تیمی از محققان دانشگاه تهران نیز هستند. از مجموعه این‌ها به این نتیجه رسیدیم، گونه‌های

در آینده روی آن کار خواهیم کرد. ۱۱ نفر به غیر همکاران اصلی طرح، در طول شش ماه، به استخراج و دسته‌بندی لوکالیته‌های موجود در مجموعه فلور ایرانیکا، فلور ایران و منابع موجود دیگر پرداختند. معیار را بر گونه‌هایی با ۵ لوکالیته، گونه‌های اندمیک متعلق به ایران و ذکر شده در فلور ایرانیکا و گونه‌های اندمیک ایران درج شده در فلور ایران گذاشتیم، در حدود ۶ ماه، ۱۶,۰۰۰ رکورد را ثبت کردیم.



اهداف فرعی ما از تهیه این رکوردها، تغذیه و تکمیل هرباریوم مؤسسه با گونه‌های اندمیک و نادر بود، همچنین معرفی گونه‌های مهم از نظر تاکسونومی که نمونه‌های تیپ‌شان متعلق به ایران است. به‌عنوان مثال گونه *Parrotia persica* همان طور که از نامش پیداست، اندمیک ایران است، ولی در قفقاز هم حضور دارد، تیپ این گونه برای نخستین بار از ایران گزارش شده است و به‌دلیل ارزش این گونه از لحاظ تاکسونومی اقدام به جمع‌آوری آن کردیم. در مجموع سعی کردیم تمام جوانب امور را با نگاه گیاه‌شناسی، منابع طبیعی و در نهایت

بانک ژن ببینیم. فهرست تهیه شده براساس منابع را با فهرست موجود از منابع بانک ژن مقایسه کردیم، خوشبختانه بخش اعظم فهرست ما در بانک ژن وجود نداشت، در نتیجه با ادامه کار بانک ژن وضعیت تقویت شده و بهتری خواهد داشت. با هدف سهولت در کار مجریان استانی فهرست اولیه را به گونه‌های یک‌ساله نادر و اندمیک، چندساله‌های علفی نادر و اندمیک و درختان و درختچه‌های نادر و اندمیک تقسیم کردیم. گونه‌های گون در ایران یک مورد خاص از لحاظ حفاظتی و گونه‌های نادر و اندمیک هستند و با توجه به حضور جناب آقای دکتر معصومی به‌عنوان پدر علم گون‌شناسی در مؤسسه، یک فایل جدا برای آن باز کردیم. سپس تمام اطلاعات برای گیاه‌شناسان معروف ایران (با توجه به تیره‌هایی که سال‌ها روی آنها کار کرده بودند) ارسال شد، بعد از اعلام نظر آنها، دسته‌بندی جدید انجام شد و ۱۶/۰۰۰ رکورد به دست آمده از مراحل قبلی را کاهش دادیم. با توجه به تجربیات متخصصان در هرباریوم‌های استانی و تسلط آنها به گونه‌های موجود در استان خود، فهرست جدید، برای اظهار نظر و با هدف افزایش، کاهش یا ویرایش گونه‌های در معرض خطر انقراض موجود در استان‌ها برای آنها ارسال شد.

از آنجایی که براساس پروتکل‌های بانک ژن، وجود اطلاعات ژنتیکی از شرایط

اکولوژیکی و جمعیت‌های مختلف از اهمیت زیادی برخوردارند، به پراکنش اکولوژیک گونه‌ها نیز در سطح استانی توجه کردیم. پروتکل کیو نیز به جمع‌آوری بذور مختلف از جمعیت‌های مختلف و از نقاط مختلف اکولوژیک اشاره می‌کند. بذور در سطح استان‌ها با ثبت مشخصات نقاط اکولوژیک، حداقل در سه جمعیت یا لوکالیته جمع‌آوری شدند، بذره‌های جمع‌آوری شده براساس پروتکل بانک ژن با اقتباس از کیو، باید کاملاً رسیده و عاری از آفت و بیماری باشند. تعداد بذور حداقل ۸۰۰۰ عدد برآورد شد که جمع‌آوری این تعداد در یک مرحله امکان‌پذیر نیست. با توجه به جمعیت‌های کوچک گونه‌های اندمیک، ممکن است با جمع‌آوری‌های بی‌رویه، به‌طور ناخواسته سبب انقراض این گونه‌ها شویم، بنابراین دستورالعملی برای جلوگیری از تخریب این گونه‌ها تهیه کردیم، به‌طوری‌که از لوکالیته‌های مشخص طی چند سال و در هر سال تعداد اندکی جمع‌آوری شود. همچنین ضروری است مشخصاتی نظیر طول و عرض جغرافیایی، سطح پراکنش، ارتفاع از سطح دریا، خاک، وضعیت رویشگاه و سایر مشخصات موردنیاز همراه بذر و نمونه هرباریومی جهت شناسایی یادداشت شود. نمونه‌برداری‌ها در دو مقطع زمانی انجام می‌شود، ابتدا در بهار که زمان گل‌دهی نمونه است و سپس زمان جمع‌آوری بذور، در هر دو مقطع نیز عکس‌برداری می‌شود. در نهایت مجموعه اطلاعاتی که به ستاد ارسال می‌شوند عبارتند از: نمونه هرباریومی، اطلاعات صحرائی در قالب فرم‌های از پیش تهیه شده به دو صورت دست‌نویس و فایل اکسل، عکس گیاهان و بذره‌های جمع‌آوری شده. همه نمونه‌های جمع‌آوری شده دارای کد صحرائی هستند، این نمونه‌ها پس از شناسایی و تخصیص شماره هرباریومی، وارد هرباریوم می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، هر نمونه دارای دو کد یا دو شماره است، کد صحرائی و شماره هرباریومی، این دو شماره در بانک ژن به هم لینک می‌شوند و هنگام جستجو، نمونه‌ها از طریق این دو کد قابل بازیابی هستند. در واقع هر بذر در بانک ژن، یک نام دقیق علمی با مشخصات رویشگاهی و گیاه‌شناسی خواهد داشت.



نتیجه این کار از سال ۱۳۹۵ تا آخر سال ۱۳۹۸، جمع‌آوری حدود ۳۷۰۶ نمونه بذر و ۲۸۱۴ گونه بوده است که البته آخرین محاسبات در حال انجام است.

طبیعت ایران: این طرح ادامه دارد؟
دکتر بهنام حمزه
ان‌شاءالله اگر عمری باقی باشد، ادامه خواهیم داد.
دکتر زیبا جم‌زاد
درواقع فاز اول تمام شده است و پس از ارائه گزارش، در قالب فاز دوم ادامه خواهد یافت.

طبیعت ایران: جناب آقای دکتر سرخی لطفاً درباره نحوه جمع‌آوری گیاهان زراعی و باغی توضیحاتی بفرمایید. آیا این اطمینان وجود دارد که بذور مختلف گیاهان زراعی در بانک ژن ملی ایران نگهداری می‌شوند؟ گیاهان باغی چگونه جمع‌آوری می‌شوند؟

دکتر بهزاد سرخی
در جمع‌آوری طیف وسیعی از کلیه گیاهان زراعی و خویشاوندان آنها، قابل‌استفاده در برنامه‌های اصلاحی محصولات اساسی کشاورزی و غذا در حوزه منابع ژنتیکی گیاهی، اطمینان وجود دارد. در این رابطه رویکرد بانک ژن گیاهی ملی ایران برای جمع‌آوری بذور مختلف گیاهان زراعی، متفاوت از رویکردی است که مبتنی بر رعایت اصول IUCN و درجه در خطر بودن و انقراض گونه‌ها باشد. درواقع دستورالعمل کلی مشابه آن چیزی هست که در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام می‌شود، ولی این طور نیست که اگر گونه‌ای در اولویت انقراض باشد، در اولویت جمع‌آوری نیز قرار گیرد.

توجه به اهمیت حفاظت نمونه‌ها در رویشگاه طبیعی خود، به جای جمع‌آوری نمونه‌های در معرض انقراض، توجه بانک ژن را به جمع‌آوری نمونه‌هایی جلب می‌کند که در طبیعت به اندازه کافی وجود دارند. به‌عنوان مثال هنگامی که گونه‌ای از گندم در حال انقراض است، می‌توان آن را جمع‌آوری، یا فرصت حفاظت از آن را در عرصه فراهم کرد. در برخی موارد نیز نمونه‌ها بدون هیچ اولویتی و به‌صورت کامل از سرتاسر ایران جمع‌آوری شده‌اند. مثلاً ۱۰,۰۰۰ نمونه سبزیجات مانند بذور گوجه و خیار که غیربومی

هستند یعنی مبدأ پیدایش و تنوع آنها، ایران نیست و در عرصه‌های ایران یافت نمی‌شوند، از هر منبعی حتی از کشاورزان خرده‌پا، یا فروشندگان، جمع‌آوری شده‌اند.

با توجه به رویکردهای جدید و پویایی چالش‌های پیش‌روی سازگاری ارقام جدید با شرایط محیطی و اقلیم در حال تغییر، نیاز به جمع‌آوری‌های مجدد نمونه‌هایی است که پروسه سازگاری با این تغییرات را در عرصه شروع کرده‌اند و دارای ژن‌های متفاوت از ژن‌های موجود در بانک ژن هستند.

علاوه‌بر کارهای معمول برای جمع‌آوری نمونه‌های بانک ژن، گاهی محققان و متخصصان موضوعی نیز در صورت عدم دسترسی به نمونه‌های کافی تقاضای جمع‌آوری‌های مجدد می‌کنند، مثلاً براساس اطلاعات مربوط به جنس و گونه‌هایی که باید در ایران باشند و تاکنون جمع‌آوری نشده‌اند، یک طرح جمع‌آوری تکمیلی تدوین می‌کنند، یا برای آن دسته از نمونه‌هایی درخواست جمع‌آوری می‌کنند که دارای کاستی در اطلاعات موردنیاز برای شناسایی صفت خاص یا

بهره‌برداری در برنامه اصلاح جمعیت و رویه تولید لاین از طریق برنامه‌های پیش‌اصلاحی هستند. در این موارد ممکن است نمونه‌ها از مزرعه کشاورز یا از طریق گزینش ارقام بومی یا از عرصه‌ها و کوهپایه‌ها جمع‌آوری شوند، در بعضی موارد هم نمونه را از منابع خارجی سفارش می‌دهند.

طبیعت ایران: در گذشته، اگرچه ارقام بومی کاشته شده تولید خیلی زیادی نداشتند، ولی مقاومت زیادی را نسبت به آفات،





بیماری‌ها یا شرایط سخت محیطی از خود نشان می‌دادند. آیا این مقاومت‌ها تأثیر ژن‌های خاصی است؟ آیا این ارقام یا گونه‌ها در بانک ژن حفظ و نگهداری شده است یا با ورود گونه‌های اصلاح شده پرمحصول خارجی و داخلی آن گونه‌های قدیمی از بین رفتند؟

دکتر بهزاد سرخی

بانک ژن و بخش‌های تحقیقاتی در مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، نمونه‌های زراعی کاشته شده در زمان‌های گذشته را در قالب ارقام بومی، از جای‌جای ایران و نیز مناطق مختلف دنیا جمع‌آوری کرده است و آنها را حفظ و نگهداری می‌کند. این ارقام بومی با ارقام جدید و تجاری ایرانی که با انجام آزمایشات به‌نژادی برای اقلیم‌های مختلف کشور معرفی شده‌اند، از نظر عملکرد قابل مقایسه نیست. این ارقام از نظر منابع مقاومت و تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده حائز منابع ارزشمند ژنی هستند. به‌عنوان مثال در ارتباط با گونه گندم و بیماری‌های قارچی زنگ، ژرم پلاسما ایرانی دارای منابع مقاومت شناخته شده و حتی کشف نشده‌ای است که می‌تواند فرایند اصلاح برای مقاومت را تسهیل و تسریع کند. این مهم درمورد بیماری زنگ سیاه و نژاد UG99 پیش‌ازاین ثابت شده است. حتی برای بیماری‌های غیرشایع در ایران، منابع ژنی مقاومت در کلکسیون گندم ایران وجود دارد. برای درک اهمیت نمونه‌های بانک ژن، ذکر این نکته مهم است که تنها برای یک بیماری زنگ زرد (از بیماری‌های خطرناک قارچی و ابتدای فصل گندم) بیش از ۶۰ آلل در مکان ژنی مربوط به مقاومت این بیماری در گندم شناسایی شده است که نقش بسزایی در پایداری گندم در سطح جهانی و کشاورزی دنیا دارد. درمورد زنگ سیاه و زنگ قهوه‌ای نیز در مجموع بیش از ۱۰۰ شکل مختلف ژنی، منابع مختلف مقاومت به این دو بیماری را در میان فصل و انتهای فصل رشد گندم کنترل می‌کنند. از نظر تئوریک، برای شناسایی منابع حائز مقاومت‌های ترکیبی در اصلاح نباتات باید ده‌ها هزار نوترکیب

را ارزیابی کرد، که دسترسی به این منابع تنها از طریق دسترسی به منابع اصلی ژنی موجود در کلکسیون‌های بزرگ جهانی، نظیر بانک‌های ژن ایران، میسر است. به همین دلیل است که کارهای بنیادی مراکز بزرگ اصلاحی با تکیه بر حوض ژنتیکی کشورهایی نظیر ما انجام می‌شود. مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم سیمیت نیز که سهم بسزایی در معرفی ارقام در سطح جهان دارد، بیش از نه هزار از نمونه‌های گندم ایرانی را در برنامه‌های اصلاحی خود استفاده می‌کند. از نظر تئوری هزاران ترکیب آلی درگیر بیماری‌های گندم هستند که دستیابی به منابع مقاومت تنها از طریق دسترسی به گندم‌های مراکز پیدایش و تنوع گندم امکان‌پذیر است. در واقعیت برای انتخاب لاین حائز n ژن مطلوب، تعداد n4 لاین نوترکیب باید در پروسه ایجاد نسل‌های در حال تفکیک ژنی و ارزیابی مواد اصلاحی بررسی شود. داشتن کلکسیون ارقام بومی غنی از تنوع آلی می‌تواند به به‌نژادگر کمک کند تا امکان چنین فرصتی را داشته باشد. برای درک این مهم کافی است در نظر بگیرید برای اصلاح ۲۰ شکل ژنی مطلوب در یک ریخته ژنتیکی باید جمعیتی معادل ۱۰۹۹۵۱۱۶۲۷۷۷۶ لاین در حال تفکیک را بررسی کنیم تا لاینی را که دارای ژنتیک کمپلکس و مقاومت چندگانه بوده و دربرگیرنده تمام ۲۰ شکل ژنی است، کشف و حفاظت کنیم.

امروزه بیشتر غلات کشت شده در کشور، ارقام اصلاحی جدیدی هستند که نسبت به طیف آلل و گوناگونی ژنتیکی در مقایسه با ارقام بومی (Landrace) تنوع کمتر و عملکرد بیشتری دارند. هم‌اکنون، اصلاح نباتات در پی بهره‌برداری از ژن‌های خاص در شرایط تولید محصول بیشتر است، به همین دلیل فرصت استفاده از تنوع موجود و حفظ آرایه کامل ژن‌های مطلوب را در عرصه کاهش داده است. برای مثال در گذشته‌های نه چندان دور از رقم جو «هرتا» به‌عنوان رقم وارداتی از آلمان، در مناطق سرد کشور استفاده می‌شد، امروزه اما این رقم متحمل به خشکی تنها در سطح چند هکتار در منطقه

ارdebیل کاشته می‌شود و در سایر قسمت‌های ایران دیده نمی‌شود.

آنچه برای کشاورزان مهم است، منابع مقاومت پایداری است که هنوز شکسته نشده‌اند و در مزرعه کارایی دارند، به‌طوری‌که در صورت وجود ارقام مقاوم و متحمل، از کاشت ارقام پرمحصولی که مقاومت آنها شکسته شده است، اجتناب می‌کنند. با فرض نبود ارقام اصلاح شده پرمحصول و مقاوم به تنش، در بعضی موارد مانند شرایط دیم و تنش‌های محیطی، منابع بانک ژن نیز می‌توانند به‌طور مستقیم مورد استفاده قرار گیرند. در بانک ژن مجموعه‌ای عظیم از لندریس‌ها یا ارقام بومی موجود است، برای نمونه، تا امروز بیش از ۱۵,۰۰۰ نمونه از مجموع ۱۸,۰۰۰ نمونه موجود در کلکسیون گندم، در مقابل ۴ استرس عمده محیطی ارزیابی شدند. در این میان، سهم استرس‌های محیطی غیرزنده، مثل تنش‌های گرما، سرما و شوری بیشتر بوده است. درمورد شناسایی مناطق مقاومت به بیماری‌ها یا تنش‌های زنده، به‌واسطه محدودیت‌های موجود مانند الزام ایجاد آلودگی‌های مصنوعی، تعدد بیماری‌ها و اشکال بیماری‌زای عوامل بیماری (پاتوتایپ‌ها) تعداد کمتری از نمونه‌ها ارزیابی شده‌اند. ولی به‌طورکلی در ارتباط با ارزیابی صفات برای بهره‌برداری‌های آبی، اولویت استفاده و حفاظت از منابع ژنتیکی است که حائز ترکیب یا نوع ترکیب‌های برتر ژنی، یا دارای صفات اقتصادی هستند. مثلاً در کلکسیون‌های زراعی مانند گندم کار روی کیفیت از اهمیت بالایی برخوردار است و حتی روی خویشاوندان وحشی آن مانند آزیلوپس که از اهمیت جهانی برخوردار است، به همین دلیل قسمت اعظم جمع‌آوری، شناسایی و ارزیابی‌های آن انجام شده است.

طبیعت ایران: آیا نمونه‌های موجود در طبیعت به اندازه کافی جمع‌آوری شده‌اند تا پاسخگوی نیاز به‌نژادگران برای استفاده در ایجاد نوترکیب‌های دارای ژن‌های مقاوم باشند؟

در پاسخ به این سؤال باید عرض کنم اگرچه از نظر کاری در بیشتر موارد، نمونه‌های مهم

جمع‌آوری و ارزیابی شده‌اند، اما با توجه به روند طبیعی تکامل ژن‌های مقاوم در پاسخ به ژن‌های بیماری‌زا یا عوامل تنش‌زای محیطی از یک سو و تغییر اقلیم و اجبار تغییر سازگاری‌ها به عوامل در حال تغییر محیطی از سوی دیگر و نیز جهش‌های طبیعی ضرورت تداوم جمع‌آوری‌ها دو چندان می‌شود. برای اهداف کاربردی و جمع‌آوری نمونه‌های دارای ژن‌های مقاومت/تحمل، حضور و تیزبینی محققان در تمام عرصه‌ها الزامی است. برای مثال محققان مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به‌عنوان یک ستاد فعال در بیش از ۸۰ درصد مرکز و ۳۰ ایستگاه تحقیقاتی و مزارع در حال مشاهده و انجام تحقیقات هستند. می‌توان اذعان کرد که بیشتر نمونه‌ها جمع‌آوری‌ها شده است، ولی با توجه به بهره‌برداری، استحصال و استفاده از ژن‌های مفید و کاربردی، نیاز به انجام مأموریت‌های بیشتر، برای جمع‌آوری مجدد گونه‌هایی است که پیش‌تر جمع‌آوری شده‌اند. در برخی موارد حتی یک جهش نقطه‌ای (Single Mutation) یا سایر عوامل ایجاد گوناگونی نظیر پدیده پلوئیدی ممکن است در طبیعت اتفاق افتاده و موجبات تغییرات مهم اصلاحی یا اقتصادی را فراهم آورده باشد مانند آنچه در باغبانی دیده می‌شود یعنی یک تک‌جوانه موتانت نظیر اتفاقی که برای پرتقال تامسون اتفاق افتاد، می‌تواند اقتصاد دنیا را عوض کند.

از طرفی توجه صرف به تکمیل جمع‌آوری‌ها بدون در نظر گرفتن موانع موجود بر سر راه حفاظت و نگهداری از نمونه‌های جمع‌آوری شده می‌تواند منجر به نابودی تدریجی نمونه‌های موجود در عرصه شود، به‌طوری‌که در اثر عوامل تهدید و انقراض، گونه‌ها در عرصه یافت نشوند. این مهم در مؤسسه‌های مانند مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور که نمونه‌های بسیار ارزشمندی را از طبیعت جمع‌آوری کرده است ولی به‌واسطه عدم تخصیص بودجه حاکمیتی متناسب ممکن است قادر به حفظ وضعیت مطلوب برای نگهداری و احیای نمونه‌ها نباشد، همچنین کلکسیون‌های تخصصی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مؤسسه تحقیقات باغبانی کشور صدق می‌کند. درواقع بحث احیای نمونه‌های

جمع‌آوری شده بحث بسیار مهم‌تری است. به‌عنوان مثال کلکسیون تخصصی غلات در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر دربرگیرنده چند ده هزار نمونه خالص شده گندم و جو است که از مناطق مختلف دنیا از کل بشریت از دسترسی به آنها محروم است. درمورد امکان دسترسی به این نمونه‌های منحصربه‌فرد نیز، رویکرد ایران، دیدگاه استفاده از این مواد گیاهی به‌عنوان ژرم پلاسما اصلاحی بوده است. یعنی نمونه‌هایی



شمال آفریقا تا کشورهای همسایه از سال‌ها پیش جمع‌آوری شده‌اند، چه بسا نمونه‌های اشاره شده هم‌اکنون در این کشورها موجود نباشند، یعنی به‌خاطر محدودیت در احیا و تکثیر تنها متولیان حفاظت از این نمونه‌ها، را جمع‌آوری کردیم که بتوانیم در پروژه‌های اصلاحی و پیش‌اصلاحی از آنها استفاده کنیم. نمونه‌ها به‌صورت توده یا جمعیت جمع‌آوری می‌شوند، معمولاً این توده‌ها هتروژن یا از نظر فرمول ژنتیکی غیریکنواخت و متشکل



از افرادی با تنوع ژنتیکی هستند. از لحاظ هتروزیگوتی یا هموزیگوتی نمونه‌ها که خلوص افراد درون این توده‌ها را نیز مشخص می‌کند، تفاوت‌هایی بین توده‌های جمع‌آوری شده مشاهده می‌شود که استراتژی کارهای اصلاحی و استحصال لاین خالص از درون جمعیت‌های اصلاحی را تعیین می‌کند. وجود این شباهت‌ها و تفاوت‌ها و بهره‌برداری از آنها دو اصل مهم اصلاح نباتات یعنی تنوع و انتخاب را به تصویر می‌کشد.

اصل مهم در بانک‌های ژن اجتناب از نگهداری نمونه‌های یکسان و تکراری در یک مکان است. به نمونه‌های تکراری یک مجموعه داپلیکیت یا نسخه تکراری گفته می‌شود. برای حفاظت از نمونه‌ها باید به فکر نگهداری یک نسخه پشتیبان از مجموعه موردنظر در مکانی دیگر بود. یعنی درون یک مجموعه باید از نگهداری نمونه تکراری یا داپلیکیت اجتناب و برای ایجاد امنیت و رعایت اصول حفاظت نمونه داپلیکیت و تکراری همان مجموعه را در محلی کاملاً دورتر و با حفظ مسائل امنیتی بدون اجازه دسترسی نگهداری کرد. تشخیص نمونه‌های داپلیکیت در یک مجموعه از گونه‌های جمع‌آوری شده یا تمایز نمونه‌های جدید و تازه وارد به بانک ژن، همچنین بهره‌برداری از نمونه‌های مشابه از نظر ظاهر و متفاوت از نظر فرمول ژنتیکی از چالش‌های مهم پیش‌روی بانک‌های ژن است. معمولاً نمونه‌ها با معیارهای مرفولوژیکی و گیاه‌شناسی جمع‌آوری شده‌اند و اطلاعاتی مبنی بر تکراری بودن یا نبودن آنها وجود ندارد. از سیاست‌های بانک ژن دستیابی به معیارهای تمایزی است که بتواند شباهت مرفولوژیکی نمونه‌ها را با شناسه مولکولی تفکیک کند. به واسطه این امر بعد از جمع‌آوری و نگهداری نمونه‌ها، پروسه شناسایی نمونه‌ها در دستور کار قرار می‌گیرد. در بانک ژن به راحتی نمی‌توان داپلیکیت‌ها را مشخص کرد، می‌توان بیان کرد حتی یک درصد از نمونه‌های جمع‌آوری شده تا امروز به طور کامل شناسایی و تفکیک

نشده‌اند، علت آن محدودیت‌هایی مانند عدم وجود نیروهای متخصص و تجهیزات لازم در بحث شناسایی است. به جرأت می‌توان گفت ما دارای بزرگ‌ترین بانک ژن منطقه خاور نزدیک (Near East Region) و حتی در مقیاس بزرگ‌تر جزو ۱۰ کشور دارای بزرگ‌ترین منابع ژنتیکی محصولات زراعی دنیا هستیم، اما با وجود مالکیت نمونه‌های منحصر به فردی از محصولات زراعی دنیا و وضعیت خیلی خوب تعداد جمع‌آوری شده، در موارد مختلف به ویژه تغییر اقلیم نیاز آکاید به کار و جمع‌آوری مجدد داریم. اگرچه گیاهان برای سازگاری با تغییرات اقلیمی نیاز به بازه‌های زمانی ۳۰ تا ۵۰ سال در عرصه دارند ولی برخی وقایع به طور لحظه‌ای اتفاق می‌افتند، یعنی اگر قرار باشد ژنی تغییر کند و با ترکیب‌بازی‌اش منجر به سازگاری شود، این تغییر امروز، دیروز یا فردا اتفاق می‌افتد. در واقع در هنگام سازگاری به عنوان یک فرایند در حال انجام، ضروری است محققان نمونه‌های بیشتری را در عرصه‌های تحت تنش محیطی، برای تغییر اقلیم شناسایی و جمع‌آوری کنند.

در گذشته پروژه‌های بسیار بزرگ جمع‌آوری را داشته‌ایم ولی متأسفانه در سال‌های اخیر پروژه‌های جمع‌آوری بذر به دلیل محدودیت‌های بودجه‌ای به فراوانی گذشته نبوده است. برای نمونه در طرح جمع‌آوری آژیلوپس با مسئولیت مستقیم جناب دکتر جعفرآقایی و همکاری‌های بین‌المللی، با تمام توان، همه نمونه‌های موجود جمع‌آوری شده‌اند، نکته قابل ذکر این است که با توجه به اهمیت آژیلوپس‌های ایران در تکامل ژنوم D گندم، حتی از کشور آمریکا پیشنهاد‌های فراوانی برای همکاری و حفاظت این منبع ژنتیکی داشتیم. حفاظت از این ژنوم نزد جهانیان بسیار مهم است، تا آنجا که حفاظت در زیستگاه طبیعی و حتی اعمال شرایط قرنطینه‌ای به صورت قرق را برای آن پیشنهاد کرده‌اند. نقش این ژنوم در تکامل گندم از طریق سیستم پلی‌پلوئیدی و تبدیل گندم تورجیدوم با ژنوم AABB به گندم نان با ژنوم AABBDD با ارزش نانوائی منحصر به فرد در میان تمامی گیاهان زراعی

دنیا مرهون اثرات متقابل (Interaction) آلل‌های ژنوم D این گیاه استراتژیک است که در اقتصاد، کشاورزی و در امنیت غذایی دنیا بسیار با اهمیت تلقی می‌شود. برای دسترسی به ویژگی‌های این ژنوم و ژنوم گندم‌های (۱۸,۰۰۰) نمونه گندم به صورت هتروژن جمع‌آوری شده در ایران نیاز به یک برنامه پیش‌اصلاحی است که می‌تواند منجر به تولید بیش از ۵۰۰ هزار لاین خالص اصلاحی از طریق استحصال لاین خالص تک‌بذر (Designation) و هزاران لاین سنتتیک اعطاکننده ژن‌های مفید به زمینه زراعی گندم‌های تجاری شود. اما در حال حاضر به خاطر محدودیت نیروی انسانی، امکانات و فضای لازم برای نگهداری و فعالیت‌های پیش‌اصلاحی این مهم تحقق نیافته است و حتی تمایلی برای جمع‌آوری و نگهداری ژن‌های برتر ارقام تجاری نشان نداده‌ایم که البته با تغییر استراتژی‌ها و تغییر وظایف کاری و اختصاص بودجه می‌توان به سمت این هدف والا حرکت کرد، چرا که لازمه اصلی این حرکت وجود دانش فنی و ارزیابی‌های تخصصی است که خوشبختانه وضعیت خوبی برای این مهم داریم. در این رابطه فعالیت‌های مربوط به تکمیل ارزیابی‌های تخصصی که شناسنامه کاربردی منابع ژنتیکی ما هستند، برای صفات مهم اقتصادی در حال انجام است و خواهد بود.

طبیعت ایران: لطفاً در مورد تعداد نمونه‌های گیاهی مختلف موجود در کلکسیون‌های بانک ژن گیاهی ملی ایران توضیحاتی را ارائه بفرمایید.

دکتر بهزاد سرخی

تعداد نمونه‌های ژنتیکی مختلف موجود در کلکسیون‌های بانک ژن گیاهی ملی ایران به شرح زیر است.

ما بیش از ۶۴ نوع گیاه زراعی را در قالب ۲۵۰ گونه و بیش از ۷۱,۰۰۰ اکسشن در بانک ژن در دو شرایط کلکسیون پایه و کلکسیون فعال نگهداری می‌کنیم. اگرچه این تعداد نمونه‌هایی است که در بانک ژن خودمان داریم ولی در واقع بیش از ۱۴۰,۰۰۰ نمونه است، که

از نظر اهمیت بانک ژنی، هم‌اکنون بیش از ۷۱,۰۰۰ اکسشن در قالب ۶ کلکسیون عمده نگهداری می‌شود. بزرگ‌ترین کلکسیون، کلکسیون گندم است، همان‌طور که آقای دکتر جعفرآقایی فرمودند نزدیک به ۱۸,۰۰۰

اکسشن یعنی یک نمونه در بانک ژن ثبت شده و شماره گرفته است. چه چیزی را به‌عنوان واحد اکسشن قرار دادیم؟ در واقع اکسشن این را مشخص نمی‌کند. ممکن است بانک ژنی گونه را به‌عنوان واحد قرار

این‌جود خویشاوندان وحشی نیز در حوزه غلات، علوفه، سبزی و صیفی، جو، دانه‌های روغنی و صنعتی و سایر گونه‌ها در بانک ژن ملی گیاهی جمع‌آوری شده است. کتان‌های وحشی و کف را نیز جمع‌آوری کردیم، درحالی‌که برنامه اصلاحی برای کتان و کف نداریم. کلکسیون‌های آزیلوپس بانک ژن مؤسسه در زمره اولین کلکسیون‌های دنیا به شمار می‌رود. با توجه به موقعیت ما در مرکز آزیلوپس‌های دنیا، به نظر می‌رسد با نزدیک به ۳۰۰۰ نمونه آزیلوپس یکی از کامل‌ترین مجموعه‌ها را داشته باشیم، کمتر بانک ژنی در دنیا بیش از ۳۰۰۰ نمونه آزیلوپس دارد. هم‌اکنون نمونه‌های ۱۱ گونه آزیلوپس در مجموعه ما موجود هستند که البته بنده فکر می‌کنم گونه‌های دیگری هم مخلوط نمونه‌ها شده است. رشینگر یازده گونه را در ایران گزارش کرده است، اما ممکن است تعداد گونه‌های ایران بیشتر از این باشد. مهم‌ترین نمونه‌های گندمیان وحشی ایران والدین ژنوم D هستند که غذای دنیا را تأمین می‌کنند، منشأ ژنوم D، در ایران است. توجه فرمایید که تفاوت بین گندم آستیموم (گندم نان) و گندم دوروم (گندم ماکارونی) ژنوم D است. البته گونه آزیلوپس هم در ایران و هم در برخی نواحی خارج از ایران پراکنش دارد. نتایج ما از یک پروژه تحقیقاتی مشترک با ژاپنی‌ها نشان داد به احتمال زیاد تلاقی اولیه‌ای که منجر به تولید گندم نان شده، در ایران اتفاق افتاده است. گونه آزیلوپس تائوشی به‌عنوان دهنده ژنوم D دارای دو زیرگونه تائوشی و استرانگولاتا است. استرانگولاتا اندمیک ایران است و پراکنش وسیعی در جنوب شرق دریای خزر دارد، این گونه در سطح دنیا در تنوع بخشی به ژنوم D گندم نان اهمیت بسیاری دارد، در واقع بیشترین توجه دنیا به گندم و خویشاوندان وحشی گندم ایران به‌خاطر گونه استرانگولاتا در شمال کشور است.

داده باشد، یعنی گونه‌ها را نگهداری کرده باشد، یا بانک ژنی نظیر بانک ژن گیاهان زراعی به مورفوتیپ‌ها توجه کرده باشد. مورفوتیپ به کوچک‌ترین تفاوت ظاهری یا جغرافیایی میان جمعیت‌های یک گونه اشاره دارد. بانک‌های ژن مؤسسه اصلاح بذر، در ابتدا، برای رفع نیازهای مؤسسه ایجاد شده بود ولی خوشبختانه در حد همین نیازها متوقف نشد و بنا به نیازهای آینده کشور جمع‌آوری‌ها را توسعه داد. ممکن است در حال حاضر برای اصلاح خیار یا تره فرنگی یا گشنیز ما برنامه در دست اجرا نداشته باشیم، با این‌وجود جمع‌آوری‌ها انجام شده است. استفاده از خویشاوندان وحشی در برنامه‌های اصلاحی بسیار دشوار است، سبب افت شدید عملکردها می‌شود و صفات نامرغوب را وارد برنامه می‌کند، به‌طوری‌که حتی برنامه‌های اصلاحی بسیار پیشرفته با سرمایه‌گذاری‌های زیاد ریسک استفاده از خویشاوندان وحشی را نمی‌پذیرند. با

کلکسیون	تعداد نمونه‌های ژنتیکی
گندم	۱۷۱۴۶
جو	۱۰۳۸۷
سایر غلات (چاودار و یولاف)	۱۲۳۹
خویشاوندان وحشی غلات	۴۸۶۰
برنج	۲۸۵۲
حبوبات	۱۱۶۶۰
سبزی و صیفی	۹۸۸۳
علوفه	۸۳۸۰
نباتات روغنی و صنعتی	۳۶۲۴
گیاهان دارویی	۶۵۹
سایر گیاهان	۳۶۶
زعفران زراعی و وحشی	۱۱۸
نمونه‌های ژنتیکی درون‌شیشه‌ای	۹۸
جمع کل	۷۱۲۷۲

اکسشن هتروژن در آن موجود است، کلکسیون‌هایی مثل جو و سبزیجات نیز با داشتن ۱۰,۰۰۰ نمونه در بانک ژن نگهداری می‌شوند.

دکتر محمد جعفرآقایی
آقای دکتر سرخی دقیق فرمودند، به تفاوت گونه، رقم و مورفوتیپ توجه فرمایید، در زراعت، گونه مهم نیست، بلکه رقم مهم است و ممکن است یک گونه گندم مثل آستیموم، هزاران رقم داشته باشد، در واقع ما از مورفوتیپ‌ها نگهداری می‌کنیم. مورفوتیپ یعنی اینکه یک نمونه با محل جغرافیایی‌اش با نمونه دیگر فرق دارد، مثلاً ۱۰ کیلومتر فاصله دارد، یا شکل ظاهری‌اش با نمونه دیگر فرق دارد.

طبیعت ایران: آیا مورفوتیپ با اکسشن تفاوت دارد؟ یا همان اکسشن است؟
دکتر محمد جعفرآقایی