وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

منابع ژنتیکی نخود؛
اهمیت و ویژگی‌های حفاظتی

تالیف:

دکتر معصومه پوراسماعیل

عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۱۴۰۰

سرشناسه	:	پوراسماعیل، معصومه، ۱۳۵۶
عنوان و نام پدیدآور	:	منابع ژنتیکی نخود؛ اهمیت و ویژگی‌های حفاظتی/ تالیف معصومه پوراسماعیل؛ به سفارش وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر؛ ویراستاران مهدی گراوندی، عادل جهانگیری.
مشخصات نشر	:	تهران : سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	:	۱۲۱ص.
شابک	:	978-964-520-858-3
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
موضوع	:	نخود -- منابع ژنتیکی
موضوع	:	Chickpea -- Genetic Resources
موضوع	:	نخود -- اصلاح نژاد
موضوع	:	Chickpea -- Breeding
شناسه افزوده	:	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	:	QH۳۰۷/۲
رده بندی دیویی	:	۶۳۵/۶۵۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۷۵۵۵۲۵۵
وضعیت رکورد	:	فیپا

ISBN:978-964-520-858-3

شابک:۳-۸۵۸-۵۲۰-۹۶٤-۹۷۸

منابع ژنتیکی نخود؛ اهمیت و ویژگی‌های حفاظتی

تالیف : دکتر معصومه پوراسماعیل

ویراستاران : دکتر مهدی گراوندی و مهندس عادل جهانگیری

ناشر : نشر آموزش کشاورزی

چاپ به سفارش : موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

شمارگان : ۱۰۰۰

قطع : وزیری

چاپ اول : ۱۴۰۰

قیمت : ۳۰۰۰۰ تومان

این کتاب تحت شماره ٦-٤٠٠ک مورخ ١٤٠٠/٢/٤ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نشانی: کرج، بلوار شهید فهمیده، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،

تلفن: ۳-۳۲۷۰۰۰۴۲-۰۲۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار	۱
مقدمه	۳
سطح زیر کشت و تولید نخود در جهان	۵
سطح زیر کشت و تولید نخود در کشور	۷
چالش‌های اصلی تولید نخود در کشور	۹
خاستگاه و مراکز احتمالی تنوع و اهلی شدن نخود	۱۲
نیاز اقلیمی و ویژگی‌های رشد گیاه نخود	۱۴
تیپ‌های مختلف نخود	۱۶
ارزش غذایی و ویژگی‌های سلامتی نخود	۲۰
اهداف اصلاحی در کشت نخود	۲۶
منابع ژنتیکی نخود	۲۷
اهمیت و ویژگی‌های حفاظتی منابع ژنتیکی نخود	۲۹
ایجاد و توسعه استراتژی حفاظت منابع ژنتیکی نخود	۳۷
اندازه و ترکیب کلکسیون‌های اصلی حفاظت‌کننده منابع ژنتیکی نخود	۳۸
منابع ژنتیکی نخود در بانک ژن گیاهی ملی ایران	۴۲
اهمیت نمونه‌های بومی ایران در کلکسیون‌های جهانی	۴۷
جستجو و انجام ماموریت‌های جمع‌آوری	۴۸

ارزیابی‌های عمومی و تخصصی صورت گرفته در کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران..... ۵۱
نیازهای حفاظتی کلکسیون‌های نخود ۵۹
ذخیره‌سازی بذر..... ۵۹
ملاحظات احیا..... ۶۴
تکرار امنیتی ۶۷
مبادله و توزیع بذر ۷۳
تاریخچه فرآیندهای اصلاحی در گیاه نخود ۷۳
استفاده از تنوع موجود در گونه‌های وحشی برای افزایش پایه ژنتیکی گونه زراعی..... ۷۵
بهره‌برداری از منابع ژنتیکی ۸۲
فرآیندهای پیش‌اصلاحی برای دسترسی به ژن‌های ارزشمند..... ۸۵
اهمیت فعالیت‌های پیش‌اصلاحی برای افزایش تاب‌آوری در مواجهه با تغییرات محیطی..... ۸۸
استفاده از منابع ژنتیکی در معرفی ارقام اصلاحی جدید در کشور..... ۹۰
سیستم‌های اطلاعات و مستند سازی ۹۱
جمع بندی کلی و چشم انداز آینده ۹۴
فهرست منابع..... ۹۶
ضمائم ۱۰۹

پیشگفتار

بیوسفر زمین همواره در حال تغییر است و کاهش سریع تنوع زیستی را پشت سر می‌گذارد. با گسترش شهرسازی‌ها و تغییر اقلیم امروزه به حفاظت تنوع بین و درون گونه‌ای توجه قابل ملاحظه‌ای می‌شود (Peleg *et al.*, 2015). بر اساس طرح کلی سازمان خواربار جهانی[1] حفاظت و استفاده پایدار از منابع ژنتیکی گیاهی پیش‌نیاز مقابله با چالش‌های پیش رو، تامین امنیت غذایی و کاهش فقر می‌باشد. اصطلاح "منابع ژنتیکی" با برگزاری کنفرانس فنی توسط سازمان خواربار جهانی در رم در سال ۱۹۶۷ آغاز شد، که در آن اصول علمی، روش‌ها و راهبردهای اکتشاف، حفاظت، ارزیابی و مستندسازی برای اولین بار به طور مفصل مورد بحث قرار گرفت. به دنبال تشکیل هیات بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی[2] در سال ۱۹۷۴، فعالیت‌های حفاظت ذخایر ژنتیکی در اولویت سیاست‌گذاری کشاورزی جهان قرار گرفت و بسیاری از کشورهای در حال توسعه با حمایت‌های مالی سازمان خواربار جهانی و با هدف نگهداری گسترده منابع ژنتیکی، ایجاد ارقام محلی سازگار با شرایط نامساعد و محیط‌های پرتنش و تضمین تولید پایدار اقدام به تاسیس بانک‌های ژن ملی نمودند. این مسئله دلیل اصلی تاسیس ۱۷۵۰ بانک ژن در سرتا سر جهان است که در حال حاضر در حدود ۷/۴ میلیون ژرم‌پلاسم از گیاهان زراعی مختلف را نگهداری می‌نمایند (FAO, 2010). در این میان ۱۵٪ نمونه‌های ژنتیکی موجود در کلکسیون‌های جهانی، متشکل از ۱۰۴۱۳۴۵ نمونه ژنتیکی را لگوم‌ها (دانه‌ای و علوفه‌ای) تشکیل می‌دهند که بعد از غلات رتبه دوم را به خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2010). در این میان ۱۴۶۸۳۷ نمونه ژنتیکی مربوط به ژرم‌پلاسم لگوم‌های دانه‌ای است که تقریباً ۷۸٪ این نمونه‌های ژنتیکی برای صفات مورفولوژیک و تنش‌های زنده و غیرزنده مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (Smýkal *et al.*, 2015)

1-The Food and Agriculture Organization of the United Nations
2-The International Board for Plant Genetic Resources; IBPGR

فهم بهتر ارتباطات بین تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های طبیعی و فاکتورهای اکولوژیکی به منظور طراحی استراتژی‌های حفاظتی کارآمد بسیار ضروری است (Peleg *et al.*, 2015). از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ با حمایت صندوق جهانی تنوع محصولات زراعی[1] و با هدف تبیین یک برنامه کاری برای حفاظت موثر و کارآمد خزانه ژنی گیاهان زراعی، استراتژی‌های حفاظت منطقه‌ای برای حفاظت بلند مدت و قابلیت دسترسی منابع ژنتیکی گیاهی تقریبا برای همه نواحی جهان ایجاد شد. رویکرد منطقه‌ای این بوده است که کلکسیون‌های خارج از رویشگاه اصلی و کلیدی برای گیاهان زراعی لیست ضمیمه۱[2] معاهده بین‌المللی ذخائر توارثی گیاهی غذا و کشاورزی منطقه به منطقه مشخص شود.

دسترسی به منابع ژنتیکی تابع دو سند بین‌المللی، معاهده بین‌المللی ذخائر توارثی گیاهی غذا و کشاورزی و کنوانسیون تنوع زیستی می‌باشد. معاهده بین‌المللی ذخائر توارثی گیاهی غذا و کشاورزی دسترسی به منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی را تسهیل کرده و مزایای ناشی از استفاده از آنها را به اشتراک می‌گذارد. این سیستم یک سیستم چند جانبه برای مبادله ۶۴ گیاه زراعی تغذیه‌ای و علوفه‌ای تحت عنوان گیاهان ضمیمه ۱ معاهده (جدول ۱ بخش ضمائم) ایجاد کرده است، که برای توزیع نیاز به فرم مبادله ژرم‌پلاسم استاندارد[3] دارد. جنس نخود نیز در سیستم چند جانبه دسترسی و تسهیم منافع معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی وارد شده است و همه کشورهایی که معاهده را پذیرفته‌اند مجبور هستند منابع ژنتیکی این گیاه را بر اساس شرایطی که در معاهده آورده شده است به منظور اصلاح ژنتیکی در دسترس عموم قرار دهند. از ۲۷ کشوری که کلکسیون‌های اصلی گیاه نخود را دارا هستند هفده کشور از جمله ایران در جولای سال ۲۰۰۸ این معاهده را پذیرفتند (GCDT, 2008).

1-Global Crop Diversity Trust
2-Annex1
3-Standard Material Transfer Agreement

مقدمه

حبوبات نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی انسان ایفا می‌کنند و در بین این گیاهان، نخود بعد از لوبیا، دومین محصول جهانی است که در ۵۶ کشور جهان با سطحی معادل ۱۷/۸ میلیون هکتار و تولید ۱۷/۱ میلیون تن کشت می‌شود (FAO, 2019). نخود در جنوب شرق آسیا، سرتاسر خاورمیانه، کشورهای مدیترانه‌ای و هندوستان کشت و مصرف می‌شود و اخیرا در آفریقا و آمریکای لاتین نیز کشت می‌شود.

نخود اهمیت نسبتا کمی در بازار جهانی داشت به طوری که در سال های ۲۰۰۳-۲۰۰۵ نزدیک به ۱۰ درصد از کل نخود تولید شده به بازارهای بین‌المللی وارد شد (Parthasarathy Rao *et al*., 2010) اما در دهه گذشته به دلیل افزایش جمعیت و بهبود قدرت خرید در کشورهای در حال توسعه تجارت جهانی این محصول، افزایش چشمگیری داشته است (Merg and Haji, 2019) حدود ۹۵ درصد سطح زیر کشت، تولید و مصرف نخود در کشورهای در حال توسعه است (Joshi *et al*., 2001). تولید نخود معمولا نیاز به نهاده گران یا مضر برای طبیعت و محیط زیست ندارد (Parthasarathy Rao *et al*., 2010) این گیاه تا ۸۰ درصد نیتروژن مورد نیازش را از طریق تثبیت اتمسفری به دست آورده (Gaur *et al*., 2010 و Biabani *et al*., 2011) و بسته به سطح نیترات خاک می تواند تا ۱۲۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در طول فصل رشد از نیتروژن اتمسفری را تثبیت کند (Herridge, 2013). از این‌رو نظیر سایر لگوم‌ها نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک، بهبود کارایی مصرف آب و به حداقل رساندن آفات و بیماری ها و بهبود تولید غلاتی دارد که در تناوب با آنها کشت می‌شوند(Li *et al*., 2018). نخود منبع خوبی برای انرژی، پروتئین، مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر است، همچنین حاوی مواد فیتوشیمیایی است که به طور بالقوه برای سلامتی مفید هستند (Wood and

Grusak, 2007). نخود یک منبع پروتئین بسیار مغذی و ارزان قیمت است و بسته به رقم و شرایط محیطی پروتئین آن از ۱۵ تا ۳۰ درصد متغیر است (Hulse, 1994) و به ویژه برای درمان سوء تغذیه پروتئین در کودکان به کار می رود (Wood and Grusak, 2007). مشخص شده است که آرد تهیه شده از نخودهای جوانه زده که پس از جوانه زنی جوشانده و سپس در معرض هوا خشک شده‌اند (با بیشترین کاهش در عوامل ضد تغذیه‌ای و کمترین میزان از بین رفتن مواد مغذی) می‌تواند با حداقل افزودن روغن، مواد معدنی و ویتامین‌ها در فرموله کردن غذاهای مکمل نوزادان مطابق با الزامات WHO / FAO و همچنین مقررات اتحادیه اروپا مورد استفاده قرار گیرد (Malunga *et al*., 2014).

نخود یکی از بهترین ترکیبات تغذیه‌ای را در بین حبوبات دارد که فاقد مواد ضد تغذیه‌ای خاص و فاکتورهای سمی است. نخود حاوی ۶۰ تا ۶۵ درصد کربوهیدرات می‌باشد، عمده ترین کربوهیدرات ذخیره‌ای نخود نشاسته بوده و به طور متوسط دانه نخود حاوی ۲۳ درصد پروتئین است (Williams *et al*., 1994). نسبت پروتئین به نشاسته در حبوبات ۱ به ۲/۵ است در حالیکه در غلات ۱ به ۶ و در گیاهان غده‌ای ۱ به ۱۵ می‌باشد. پروتئین‌های نخود از دسته گلوبولین‌ها می‌باشد. ترکیب آمینواسیدی پروتئین نخود بسیار متعادل است، میزان اسیدآمینه لیزین در حد کافی بوده ولی از نظر اسیدآمینه متیونین و سیستئین دارای محدودیت است (Wood and Grusak, 2007).

محتوای لیپید نخود بیشتر از سایر لگوم‌های تغذیه‌ای بوده و ۶ درصد تخمین زده شده است. این لیپیدها بیشتر از دسته چربی‌های غیر اشباع بوده و چربی‌های اشباع تنها ۱۲-۱۴ درصد از محتوای لیپید آن را تشکیل می‌دهند. دانه نخود حاوی مقادیر قابل توجهی چربی متشکل از تری گلیسیریدها و فسفولیپیدها است. اسیدهای چرب اصلی آرد نخود اسید لینولئیک (امگا ۶) و اسیداولئیک می‌باشند. سطوح اسید لینولئیک بالای نخود عاملی برای کاهش سطح کلسترول در رژیم‌های غذایی مبتنی بر این فرآورده می‌باشد. نخود حاوی ویتامین‌های محلول در آب نظیر ویتامین C و ویتامین‌های گروه B (B1, B2, B3, B5, B6, B9) و ویتامین‌های محلول در چربی A، E و K می‌باشد(Wood and

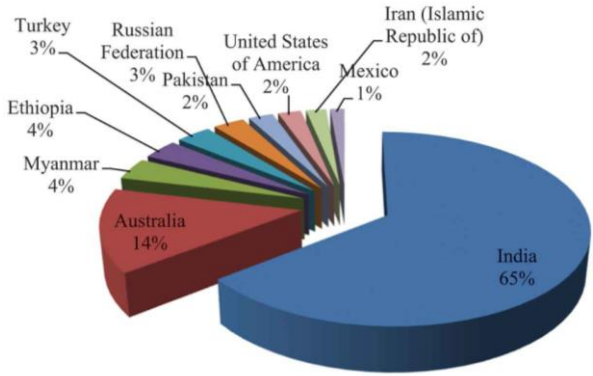
Grusak, 2007). الیاف خام در نخود با مقدار پوسته بذر رابطه نزدیکی دارد و مقدار آن در ارقام مختلف متفاوت است. دانه‌های نخود از نظر فسفر و کلسیم غنی می‌باشد. کلسیم و آهن از عناصر غذایی مهم محسوب می‌شوند که معمولاً در رژیم غذایی مردم مقدار آن ها پائین است. پوسته نخود ۷۰ درصد کل کلسیم دانه را دارا می‌باشد بنابراین مصرف کل دانه از نظر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (Williams *et al*., 1994). دانه‌های نخود همچین حاوی پتاسیم، منیزیم، روی و مقادیر اساسی سلنیوم، سدیم و مس می‌باشند (Singh *et al*., 2016).

سطح زیر کشت و تولید نخود در جهان

نخود از نظر سطح زیر کشت با تخصیص ۱۵/۳ درصد از سطح زیر کشت حبوبات در رتبه دوم و از نظر تولید با تخصیص ۱۵/۴۲ درصد از تولید کل حبوبات در جهان رتبه سوم را دارد. سطح زیر کشت اختصاص یافته به نخود در سال‌های اخیر افزایش یافته است و اکنون ۱۷/۸ میلیون هکتار و تولید آن ۱۷/۱ میلیون تن می‌باشد که بعد از لوبیا و نخود فرنگی رتبه سوم را دارد. تولید نخود از سال ۲۰۰۰ به تدریج و به ویژه از سال ۲۰۱۳ رو به افزایش گذاشت، علت این افزایش کاربرد ژرم‌پلاسم‌های اصلاحی و واریته‌های با عملکرد بالا با ویژگی‌های سازگاری به شرایط محیطی و مقاوم نسبت به بیماری ها بوده است. اگر چه فرآیندهایی نظیر تهیه بذر با کیفیت و مناسب و فعالیت‌های به زراعی و توسعه تولید در کشورهای توسعه یافته استرالیا، کانادا و آمریکا نیز تاثیر مثبتی بر این افزایش تولید داشت. متوسط عملکرد جهانی نخود ۸۵۰ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شده است اما در کشورهای در حال توسعه این میزان پایین‌تر است. دامنه عملکرد نخود از

۴۰۰-۷۰۰ کیلوگرم در هکتار در کشورهای ایران، مالاوی، مراکش، پاکستان و سوریه و تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در اتیوپی و مکزیک متغیر است. فاصله بین میزان ت ولید نخود در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به این موضوع بر می‌گردد که در کشورهای توسعه یافته افزایش تولید به واسطه بهبود عملکرد دانه است در صورتی که در کشورهای در حال توسعه در ابتدا بواسطه افزایش سطح زیر کشت است. علت عملکرد بالا در مکزیک عمدتا به کشت آبی و زمستانه این گیاه برمی‌گردد (Merga and Haji , 2019).

در آسیا نخود پس از سویا دومین لگوم دانه‌ای مهم می‌باشد (Singh *et al*., 2016). هشتاد درصد تولید جهانی نخود مربوط به مناطق جنوب و جنوب شرق آسیا است. هندوستان با تخصیص ۶۵ درصد تولید جهانی بزرگترین مرکز تولید نخود است (شکل۱) و میانگین عملکرد در این کشور ۹۳۵ کیلوگرم در هکتار است. اتیوپی بزرگترین کشور تولید کننده در آفریقا است، در حالی که ایران و ترکیه غالب تولید را در غرب آسیا به خود اختصاص داده‌اند. اسپانیا بزرگترین کشور تولید کننده اروپا است. در آمریکای شمالی، مکزیک تولید کننده غالب است و پس از آن ایالات متحده آمریکا و کانادا بیشترین تولید را دارند. بیشتر این تولید به صادرات اختصاص دارد. اما ظهور "حمص" به عنوان یک محصول محبوب با ارزش در ایالات متحده تقاضای داخلی را افزایش داده و اکنون بیش از ۶۵ درصد تولید در خود این کشور مصرف می‌شود. در آمریکای جنوبی، آرژانتین تولیدکننده اصلی است. استرالیا تولید کننده اصلی نخود است که بیشتر تولید آن به جنوب آسیا صادر می‌شود تا تقاضای فعلی این محصول در هند و پاکستان پاسخ داده شود (Merga and Haji , 2019).



شکل۱- ده کشور تولید کننده اصلی نخود در جهان و میزان اختصاص تولید آنها از تولید جهانی (اقتباس از Merga and Haji , 2019 **)**

استرالیا تقریباً نیمی از تقاضای صادرات جهان را تامین نموده و بر اساس جدیدترین داده‌های در دسترس، سالانه بالغ بر ۹۲۶۸۰۲ تن از این محصول را به بازار عرضه می‌کند (FAO, 2019). هند با اینکه بزرگترین تولید کننده و وارد کننده نخود به شمار می رود اما به عنوان صادر کننده پس از استرالیا رتبه دوم را در اختیار دارد. مکزیک با تولید وسیع دانه‌های درشت و با کیفیت بالا از تیپ کابلی، پنجمین صادرکننده مهم است که این کالا را به بیش از ۵۰ کشور در سراسر جهان صادر می‌کند، کشورهای الجزایر، ترکیه و اسپانیا مهمترین مشتری صادرات این کشور هستند. ترکیه نیز با تولید بالغ بر ۲۱۶۱۵ تن در سال یکی از صادر کنندگان اصلی این محصول است که بیشتر تناژ صادراتی به کشورهای همسایه از جمله عراق، اردن و عربستان سعودی منتقل می‌شود (Merga and Haji , 2019).

سطح زیر کشت و تولید نخود در کشور

کشت نخود به جز نواحی مرطوب شمالی در اکثر نقاط کشور انجام می‌گیرد. ۹۸ درصد سطح زیر کشت و ۹۳ درصد تولید این گیاه در کشور به صورت دیم انجام می‌شود. ایران از نظر مقدار تولید نخود در رتبه نهم اما از نظر میزان عملکرد در رتبه سی و چهارم جهان قرار دارد (FAO, 2019). متوسط عملکرد جهانی نخود ۸۵۰ کیلوگرم درهکتار است، اما در ایران این میزان ۴۷۲ کیلوگرم در هکتار است (FAO, 2019).

طبق آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ سطح برداشت نخود کشور حدود ۵۶۱ هزار هکتار برآورد شده که معادل ۵/۰۶ درصد از کل سطح محصولات زراعی و حدود۶۴/۷ درصد از کل سطح برداشت حبوبات می‌باشد. سهم اراضی دیم۹۸/۶ درصد (۵۵۳ هزار هکتار) و بقیه به صورت کشت آبی(۷۸۷۰ هکتار) می-باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۸). نخود پس از گندم و جو سومین رتبه را از نظر سطح زیر کشت اراضی دیم (۱۰/۷ درصد) دارد و از نظر تولید پس از گندم، جو، سایر نباتات علوفه‌ای و شبدر پنجمین رتبه را در میان محصولات زراعی با بیشترین میزان تولید در اراضی دیم به خود اختصاص داده است. استان کرمانشاه با سهم ۲۸/۵ درصد از کل سطح برداشت نخود بیشترین سطح این محصول را دارا می باشد. استانهای کردستان با سهم ۱۹/۴ درصد، لرستان با سهم ۱۸/۹۵درصد، آذربایجان غربی با سهم ۱۳/۷ درصد و آذربایجان شرقی با سهم ۵/۹ درصد به ترتیب مقام‌های دوم تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند. پنج استان مزبور جمعاً ۸۶/۴۵ درصد از برداشت اراضی نخود در کشور را دارا هستند (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۸).

میزان تولید نخود در کشور بالغ بر ۳۰۰ هزار تن برآورد شده که معادل ۰/۷ درصد از میزان تولید محصولات زراعی و ۴۰/۱۷ درصد از کل میزان تولید حبوبات می‌باشد و ۹۵/۷۵ درصد آن معادل ۲۸۷۷۹۷ تن از اراضی کشت دیم و ۱۲۷۵۱ تن از اراضی آبی به دست آمده است. بیشترین میزان تولید نخود کشور با ۲۵/۲ درصد به استان کرمانشاه تعلق دارد و استان‌های لرستان با سهم ۸/ ۲۰درصد، کردستان با ۱۶/۵ درصد، آذربایجان غربی با ۱۶/۳ درصد در تولید نخود کشور به ترتیب رتبه‌های دوم تا چهارم را به خود اختصاص داده‌اند و چهار استان مزبور جمعاً ۷۸/۹ درصد از تولید نخود کشور را دارا هستند (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۸). طبق این آمار از کل سطح زیر کشت و تولید حبوبات کشور محصول نخود بیشترین میزان را به خود اختصاص داده است. به نظر می رسد این گیاه نسبت به سایر حبوبات سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی کشور دارد.

چالش‌های اصلی تولید نخود در کشور

در ایران یک شکاف عمیق بین پتانسیل تولید و تولید واقعی وجود دارد. پایین بودن عملکرد نخود در ایران، بیشتر به دلیل کشت ارقام کم محصول و حساسیت آن‌ها به تنش‌های محیطی مختلف است. حساسیت اغلب ارقام و ژنوتیپ‌های نخود به تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی، دلیل کاهش عملکرد آن ذکر شده است (Mantri*et al.*, 2007). پس از بیماری ها خشکی دومین عامل اصلی کاهش عملکرد در نخود است (Singh *et al.*, 1993). خسارات اقتصادی ناشی از خشکی در نخود در جهان حدود ۴۰-۵۰٪ تعیین شده است (Millan *et al.*, 2006) و همه کشورهای تولید کننده نخود نظیر هند، پاکستان، ترکیه و ایران با مشکل تنش خشکی در مناطق دیم مواجه هستند (Maqbool *et al.*, 2017).

۹۷/۵ درصد از سطح برداشت نخود کشور از اراضی دیم صورت می‌گیرد و در اغلب مناطق، کشت از اسفند ماه لغایت اواخر اردیبهشت و پس از بارندگی‌های بهاره انجام شده و از این‌رو این گیاه با استفاده از رطوبت ذخیره شده در پروفیل خاک چرخه زیستی خود را تکمیل می‌کند، به دلیل بارندگی‌های ناکافی، نامنظم و بی موقع در این نواحی، دوره پر شدن دانه با کم آبی و افزایش میزان تبخیر از خاک و تعرق از گیاه مصادف شده و این گیاه معمولا از خشکی انتهای فصل آسیب می‌بیند (Millan *et al.*, 2006). لذا کوتاه شدن مراحل فنولوژیک و رشد رویشی و کاهش زیست‌توده این گیاه به دلیل کشت بهاره و حساسیت مراحل تولیدمثلی رشد گیاه نخود به گرما و تنش خشکی آخر فصل یکی از محدود کننده‌ترین عوامل تولید آن است. به طوری که عملکرد نخود کشور در اراضی آبی ۱۶۲۰ کیلوگرم در هکتار و در اراضی دیم 520 کیلوگرم در هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۸). سه مرحله، پیدایش و تشکیل گل، گرده افشانی و لقاح و پر شدن دانه متاثر از خشکی شده و بر کاهش عملکرد تاثیر گذار است. نقش کاهنده تنش خشکی بر میزان تولید در طول مراحل اولیه زادآوری گیاه از طریق کاهش تشکیل گل و ریزش گل ها و در نتیجه کاهش تعداد دانه بوده و در مراحل بعدی یعنی در طول مرحله رشد دانه،

عمدتاً از طریق کاهش اندازه دانه می‌باشد. تنش گرما نیز به‌شدت قدرت حیات دانه گرده، لقاح و تشکیل غلاف و نمو دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به ریزش گل‌ها و غلاف و نهایتاً کاهش اساسی عملکرد دانه می‌شود (Gaur *et al*., 2014).

در سالهای اخیر با گرم شدن جهانی و اثرات فزاینده آن بر کاهش میزان بارندگی و افزایش دما در نواحی خشک جهان، مدیریت کشت و تغییر زمان کشت از کشت بهاره به کشت پاییزه یکی از رویکردهای پیش رو در خصوص تعدیل اثرات تغییر اقلیم بر گیاه نخود مطرح شده و در کشور نیز تلاشهای فراوانی برای انتقال تاریخ کاشت نخود از بهار به پائیز صورت گرفته است. بررسی منابع نشان می‌دهد که دوره رشد رویشی در کشت پاییزه نخود حدود دو و نیم برابر کشت بهاره است (Singh and Saxena,1996; Singh,1990) و همین عامل یکی از موارد برتری عملکرد کشت‌های پاییزه این گیاه است (Kanouni *et al*.,2009). انجام کشت انتظاری و پاییزه به‌جای کشت بهاره به دلیل فراهم نمودن آب کافی، طول دوره رویشی بیشتر و گلدهی و بلوغ زودتر موجب کاهش خسارت ناشی از خشکی و گرمای انتهای فصل می‌شود .این کار همراه با اعمال آبیاری تکمیلی در مراحل رشد بحرانی گیاه نخود موجب بهبود میزان تولید می‌شود.

علیرغم برتری کشت پاییزه به کشت بهاره نخود و شناسایی چند لاین و رقم مناسب (صادق‌زاده اهری،۱۳۹۱)، به دلیل وجود سرماهای سخت زمستانه (گاه تا ۲۵- درجه سانتی‌گراد) کشت و کار پاییزه این ارقام در مناطق سردسیر دیم که ۶۰ درصد سطح زیر کشت این گیاه به این مناطق اختصاص دارد کمتر صورت می‌گیرد و در این مناطق زارعین همچنان مبادرت به کشت توده‌های بومی و به‌صورت بهاره می‌نمایند و یکی از علل پایین بودن میانگین عملکرد در مناطق دیم کشور همین امر است (سعید،۱۳۹۱). حساسیت در برابر سرما، باعث می‌شود تشکیل غلاف در نخود تا زمانی که درجه حرارت به اندازه کافی گرم شود به تأخیر بیفتد. تأخیر در تشکیل غلاف در دامنه دمای ۱۱ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد شدیدتر است و در دمای ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد این اثر تاخیری خاموش می‌شود (Smýkal *et al*., 2015).

خسارت ناشی از بیماری برق‌زدگی یکی دیگر از عوامل محدود کننده تولید این گیاه به شمار می رود. از این‌رو مقاومت به حداقل یک پاتوتیپ و یا برخی از نژادهای عامل بیماری برق‌زدگی یک اصل کلی برای آزاد سازی ارقام نخود به شمار می‌رود (کانونی، ۱۳۹۸). پژمردگی فوزاریوم بیماری دیگری است که به ویژه در کشت‌های بهاره به محصول نخود خسارت وارد می‌آورد. از آفات شایع نخود کشور می‌توان به غلافخوار هلیوتیس و مینوز برگ در مزرعه و سوسک بروخوس در انبار اشاره نمود. تحقیقات بسیاری در خصوص دستیابی به ارقام مقاوم و روشهای کاهش خسارت این آفات انجام شده و یا در دست انجام است.

در دستورالعمل ارزیابی کلیدی نمونه‌های ژنتیکی به منظور دسترسی و بهره‌برداری که توسط محققین مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا[1]) و موسسه تحقیقات بین‌المللی گیاهی برای نواحی نیمه خشک (ایکریست[2]) منتشر شده است واکنش به شوری و خشکی در میان تنش‌های محیطی و ارزیابی مقاومت نسبت به تنش‌های زنده همانند برق‌زدگی، پژمردگی فوزاریومی، کپک خاکستری و آفت کرم غلافخوار به دلیل وقوع گسترده جغرافیایی و تأثیر اقتصادی چشمگیر در سطح جهانی از جمله مهمترین صفات برای ارزیابی منابع ژنتیکی نخود ذکر شده‌اند (Imtiaz *et al*., 2009).

محصول نخود معمولاً در بیشتر مناطق کشت با بیش از یک تنش مواجه می‌شود، بنابراین، برای تقویت و تثبیت تولید نخود ارقامی با مقاومت چندگانه در برابر تنش مورد نیاز است. در حالی که ارقام متعددی با مقاومت قابل قبول در برابر یک نوع تنش وجود دارد، اما تعداد ارقام محدودی در برابر تنش‌های متعدد مقاوم هستند. انتخاب با کمک مارکرهای مولکولی می‌تواند یک ابزار موثر و کارآمد برای تشخیص، ردیابی و ترکیب ژن‌های مقاوم در برابر تنش در نسل‌های در حال تفرق باشد و به این ترتیب، زمان و اندازه جمعیت مورد نیاز برای ایجاد ارقام با مقاومت‌های چندگانه در برابر تنش‌ها را کاهش می‌دهد (Gaur *et al*., 2007).

1- ICARDA; International center for Agricultural Research in Dry Areas
2- ICRISAT; International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics

خاستگاه و مراکز احتمالی تنوع و اهلی شدن نخود

نخود، نخود فرنگی، باقلا و خلر جزء قدیمی‌ترین گیاهان زراعی اهلی شده به شمار می‌روند که از کشاورزی بین‌النهرین هلال حاصل‌خیز منشا گرفته‌اند. این لگوم ها همراه با غلات جزئی از رژیم غذایی اصلی تمدن‌های اولیه در مدیترانه و خاورمیانه به شمار می‌روند (Smýkal *et al*., 2015). مبدأ نخود به طور کامل مشخص نیست، حداقل چهار مرکز تنوع برای نخود وجود دارد که عبارتند از خاورمیانه، مرکز آسیا، مدیترانه و هند، اتیوپی نیز به عنوان مرکز تنوع ثانویه برای این گیاه عنوان شده است (Singh *et al*., 2016).

اگرچه کاندول در سال ۱۸۸۳ خاستگاه نخود را در ناحیه ای در جنوب رشته کوههای قفقاز و شمال ایران عنوان نمود، اما لادیزنسکی در سال ۱۹۷۵ خاستگاه نخود را به جنوب شرق ترکیه محدود کرد، پس از آن دوکه در سال ۱۹۸۱ بر اساس شواهد زمین‌شناسی و گیاه‌شناسی نشان داد که نخود ابتدا در نواحی خاورمیانه (ترکیه و سوریه) اهلی شده و سپس در هند کشت شده است (Sharma *et al*., 2013a). واویلوف هندوستان را به عنوان یکی از مراکز اصلی تنوع نخود در نظر گرفت، قدیمی‌ترین گزارش نخود از هندوستان مربوط به ایالت اوتارپراداش در شمال هند است که به حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بازمی‌گردد (کانونی و آقایی،، ۱۳۸۴).

میزن در سال ۱۹۸۴ پیشنهاد داد که نواحی جنوب شرق ترکیه نزدیک سوریه خاستگاه نخود زراعی است چرا که دو گونه وحشی وابسته به آن در این مناطق وجود دارند. هارلان در سال ۱۹۹۲ نخود را به عنوان گیاهی که خاستگاهش الیگوسنتریک است معرفی نمود، شرایطی که گیاه یک مرکز تنوع قابل تعریف دارد اما به صورت گسترده‌ای پراکنده شده است و چندین مرکز تنوع ثانویه دارد (Sharma *et al*., 2013a). اتیوپی به عنوان مرکز دیگر تنوع شناخته شده است، چراکه زراعت نخود حداقل پیش از هزاره اول قبل از میلاد در این کشور نیز متداول بوده است.

در بیشتر منابع علمی اشاره شده است که نخود در منطقه‌ای از جنوب شرقی ترکیه و سوریه فعلی منشا گرفته است، جایی که سه گونه یک ساله وحشی این گیاه (*Cicer reticulatum*، *C. echinospermum* و *C. bijugum*) که رابطه خویشاوندی نزدیکی با نخود زراعی دارند یافت می‌شود (Singh *et al*., 2016).

نخود از منشااش به عنوان یک گیاه یک ساله زمستانه از جنوب شرق ترکیه تا وضعیت فعلی‌اش به عنوان یک گیاه بهاره در جنوب آسیا و مدیترانه یک مسیر تکاملی واضح و مشخص را دنبال کرده است. قدیمی‌ترین بقایای زمین‌شناسی نخود برمی‌گردد به هزاره دهم قبل از میلاد که در و یا نزدیکی مکان پراکنش فعلی گونه *C.reticulatum* در جنوب شرق ترکیه بوده است. سپس نخود در شرق مدیترانه عموما به عنوان یک گیاه یکساله زمستانه نظیر جد وحشی‌اش گسترش یافت و در سراسر حوزه دریای مدیترانه توسط یونانی‌ها، رومی‌ها و فنیقی‌ها گسترش یافت. نخود در عصر آهن در اتیوپی ظاهر شد. اسپانیایی‌ها و پرتقالی‌ها نخود را به دنیای جدید در قرن ۱۶ آوردند، در حالی که تیپ کابلی از مرکز آسیا از طریق جاده ابریشم در قرن ۱۸ آورده شد (Smýkal *et al*., 2015). در مسیر تکاملی گیاه نخود و اهلی شدن آن تغییراتی از قبیل کاهش خفتگی دانه، کاهش شکوفایی نیام، سایز بزرگتر دانه، سایز بزرگتر گیاه، عادت رشد ایستاده و کاهش رنگدانه آنتوسیانین صورت پذیرفته است (Yadav *et al*., 2007).

پراکنش گونه‌های نخود بسیار متنوع است و از سطح دریا (به عنوان مثال *C. arietinum* و *C.montbretii*) تا ارتفاع بیش از ۵۰۰۰ متر (*C. microphyllum*) در نزدیکی یخچال‌های طبیعی در هیمالیا را پوشش می‌دهد (Singh *et al*., 2016). در میان گونه‌های مختلف نخود گسترده‌ترین پراکنش را گونه *C. pinnatifidum* دارد که از شرق مدیترانه تا ارمنستان پراکنده است (Yadav *et al*., 2007). گونه زراعی، *C.arietinum* فقط در نواحی زراعی یافت شده و بدون دخالت انسان نمی‌تواند رشد کند. اما گونه‌های وحشی *C. reticulatum* و *C. bijugum* در رویشگاه‌های علفی (زیستگاه‌های تخریب شده و زمین‌های آیش، کنار جاده‌ها، مزارع گندم و سایر مکان‌هایی که تردد انسان یا چهارپایان

وجود ندارد)، گونه‌های *C. pungens* و *C. yamashitae* در دامنه‌های کوهستان در میان سنگ‌ها، گونه‌های *C. montbretii* و *C. floribundum* روی خاک‌های جنگلی، جنگل‌های پهن برگ یا کاج و گونه *C. microphyllum* در مناطق سنگی و بیابانی هیمالیا به طور طبیعی حضور دارند(Singh *et al*., 2016) .

نیاز اقلیمی و ویژگی‌های رشد گیاه نخود

نخود یک لگوم تغذیه‌ای فصل سرد است و به عنوان یک محصول زمستانه در مناطق استوایی و یک محصول تابستانه یا بهاره در محیط‌های معتدل پرورش می‌یابد. این گیاه هوای خنک، خشک و آفتابی را دوست دارد. دما، طول روز و میزان رطوبت در دسترس سه عامل مهم محیطی موثر بر گلدهی در این گیاه به شمار می‌روند. به طورکلی، دمای پایین همچنین روزهای کوتاه موجب تأخیر در گلدهی این گیاه می‌شود. تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم نخود برای پاسخ به تغییر در طول روز (حساسیت به فتوپریود) و همچنین برای پاسخ به تغییرات دما (حساسیت حرارتی) وجود دارد و در رشد ارقام روز کوتاه مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. نخود نسبت به درجه حرارت بالا (حداکثر دمای روزانه بیشتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و همچنین درجه حرارت کم (میانگین حداکثر و حداقل دمای روزانه کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد) در مرحله تولیدمثلی حساس است. هم دمای بالا و هم دمای پایین موجب ریزش گل‌ها و کاهش تشکیل غلاف می‌شود(Gaur *et al*., 2010).

نخود دارای عادت رشد نامحدود است یعنی رشد رویشی حتی پس از آغاز گلدهی نیز ادامه می‌یابد. از این‌رو، غالباً توالی از برگ، جوانه گل،گل و غلاف در امتداد هر شاخه وجود دارد. مدت زمان دوره رشد رویشی قبل از گلدهی عموما بین ۴۰ تا ۸۰ روز بسته به نوع رقم، مکان کشت، میزان رطوبت خاک و شرایط آب و هوایی متغیر است. در مناطقی که رطوبت خاک و شرایط دمایی در مراحل اولیه رشد تولیدمثلی مساعد است رشد رویشی بیش از حد، یک مشکل به شمار می رود. بیشتر ژنوتیپ‌های نخود در هر گره گل دهنده یک گل واحد تولید می‌کنند، اگرچه تعداد محدودی از ژنوتیپ‌ها با دو گل در هر

گره نیز وجود دارند. باز شدن گل‌ها[1] در نخود در طول روز انجام می‌شود. شکوفائی بساک‌ها درون جوانه گل ۲۴ ساعت قبل از شروع باز شدن گل رخ می‌دهد. بنابراین، گل‌های نخود کلیستوگام[2] واقعی و خودبارور هستند. پس از شکوفا شدن، درحالی که گلبرگ‌های استاندارد و بال کاملاً گسترش می‌یابند بساک‌ها چروکیده و خشک می‌شوند. در شرایط مطلوب، مدت زمان لقاح تا ظهور اولین غلاف (تشکیل غلاف) حدود ۶ روز به طول می‌انجامد. پس از تشکیل غلاف، برای ۱۰ تا ۱۵ روز اول دیواره غلاف به سرعت رشد می‌کند در حالی که رشد دانه بعداً رخ می‌دهد. بلافاصله پس از توسعه غلاف‌ها و پر شدن دانه، پیر شدن برگ‌های پایینی آغاز می‌شود. درصورتی که رطوبت خاک کافی باشد، تشکیل گل و غلاف در گره‌های فوقانی ادامه خواهد یافت (Gaur *et al*., 2010).

برای کشت نخود جمعیت گیاهی حدود ۳۳ گیاه در متر مربع، فاصله ردیف‌های کاشت ۳۰ سانتی متر و فاصله گیاهان روی خطوط کشت ده سانتی‌متر عموما مناسب بوده و عمق کاشت ۵ تا ۸ سانتی‌متر برای ظهور مناسب دانه رست‌ها ایده‌آل است. فاصله ردیف‌های بیشتر (۴۵- ۶۰ سانتی متر) برای نخود تیپ کابلی و در شرایط کشت آبی که انتظار می‌رود عرض کانوپی گیاهان بیشتر است برای هر دو تیپ قابل کاربرد است (Gaur *et al*., 2010). فاصله خطوط کشت در زراعت مکانیزه بهتر است ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود .

نخود عموما به شکل دیم کشت می‌شود اما برای افزایش عملکرد اعمال دو آبیاری یکی در مرحله شاخه‌دهی و دیگری در مرحله پر شدن غلاف‌ها پیشنهاد می‌شود. آبیاری بیشتر به ویژه در خاک‌های سنگین موجب افزایش رشد رویشی می‌شود. نخود در انواع مختلف خاک از خاک‌های ماسه‌ای درشت یا زبر[3]تا خاک‌های تیره عمیق با بافت مناسب[4]

1- Anthesis
2- Cleistogamous
3- coarse-textured sandy
4- vertisols

با موفقیت رشد می‌کند. اما خاک‌های لومی[1] یا لوم رسی سیلتی[2] با دامنه pH بین ۶ تا ۸ مناسب ترین خاک به شمار می‌رود. خاک شور و مزارع دارای سفره آب زیرزمینی بالا برای نخود مناسب نیستند. گیاه نخود نسبت به زهکشی نامطلوب خاک بسیار حساس است. فشردگی سطح مزرعه موجب ممانعت ظهور گیاهچه و رشد گیاه می‌شود. بنابراین، مزرعه باید از شیب و زهکشی خوبی برخوردار باشد(Gaur *et al.*, 2010).

تیپ‌های مختلف نخود

دو تیپ اصلی برای نخود تعریف شده است، تیپ کابلی و تیپ دسی، که عموما بر اساس اندازه و رنگ دانه، رنگ گل و رنگدانه گیاه مشخص می‌شوند. هر دو تیپ از گونه *C.reticulatum* منشا گرفته و به نظر می‌رسد تیپ کابلی از تیپ دسی تکامل‌یافته‌تر است(Yadav *et al.*, 2007).

نخود دسی که از نظر شکلی به جد وحشی نزدیک‌تر است بالغ بر هشتاد درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده (Merga and Haji , 2019) و عمدتا در هند، پاکستان، بنگلادش، مکزیک، اتیوپی و ایران یافت می‌شود و عموما عادت رشد بوته‌ای، گل‌های بنفش و آبی، دانه‌های زاویه‌دار با پوسته ضخیم وتیره با طیف رنگی متنوع از رنگ‌های زرد، سبز، قهوه‌ای تا سیاه دارد (شکل ۲)، درجات مختلفی از رنگدانه آنتوسیانین در این تیپ وجود دارد. تنوع ژنتیکی گسترده‌ای در این تیپ از نظر گل،

1- deep loams
2- silty clay loams

غلاف، دانه، رنگدانه گیاه و شکل دانه مشاهده می‌شود. معمولا از این تیپ برای تهیه آرد و لپه استفاده می‌شود.

نخود کابلی که عموما عادت رشد ایستاده، گل‌های سفید، دانه‌های به رنگ‌های سفید یا کرم داشته و عمدتا در نواحی مدیترانه‌ای رشد می‌کند. نخود کابلی معمولا قیمت بازار بالاتری در مقایسه با تیپ دسی داشته و با افزایش سایز دانه قیمت افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه نخود کابلی پوسته نازکتری در مقایسه با نخود دسی دارد به مرگ گیاهچه و پوسیدگی‌های دانه حساس‌تر است(Gaur *et al.*, 2010). علاوه بر اختلافات مورفولوژیکی، در این دو تیپ از نظر ترکیب شیمیایی، درصد پوشش بذر، پایداری ذخیره‌سازی، ظرفیت جذب آب، زمان پخت و پز، هضم پروتئین آزمایشگاهی، میزان فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی تفاوت‌های چشمگیری مشاهده شده است (Garzón-Tiznado *et al.*, 2012). درصد پروتئین در تیپ دسی از ۱۶/۷ تا ۳۰/۶ درصد و در تیپ کابلی از ۱۲/۶ تا ۲۹ درصد متغیر است. قابلیت هضم پروتئین تیپ کابلی بیشتر از دسی می‌باشد. نظیر سایر حبوبات نخود از نظر میزان اسیدهای آمینه سولفور دار متیونین، سیستئین و تریپتوفان دارای محدودیت است. اما تفاوت معنی‌داری از نظر پروفیل اسیدهای آمینه بین تیپ‌های دسی و کابلی وجود ندارد(Jukanti *et al.*, 2012).

غلظت لیپیدها در تیپ دسی از ۲/۹ تا ۷/۴ متغیر بوده در حالی‌که در تیپ کابلی از ۳/۴ تا ۸/۸ متغیر است. اسید لینولئیک اسید چرب غالب در دانه نخود در تیپ دسی از ۴۶ تا ۶۲ درصد و در تیپ کابلی از ۱۶تا ۵۶ درصد متغیر می‌باشد. درصد اسید اولئیک، اسید چرب غالب دیگر در دانه نخود، در تیپ دسی از ۱۸ تا ۲۳ درصد و در تیپ کابلی از ۱۹ تا ۳۲ درصد متغیر است. درصد کربوهیدرات ها در تیپ دسی از ۵۱ تا ۶۵ درصد و در تیپ کابلی از ۵۴ تا ۷۱ درصد متغیر می‌باشد (Wood and Grusak, 2007). نخودهای تیپ دسی مقادیر قابل توجهی فیبر دارند و از این‌رو شاخص گلایسمیک بسیار پایینی دارند که آنها را برای افراد دیابتی مناسب می‌سازد (IPGA, 2017). مقدار قندهای محلول در نخود کابلی بیشتر از نخود دسی است و مقدار پوسته بذر در نخود کابلی کمتر از نخود دسی است (Jukanti *et al*., 2012).

نخود دسی اغلب برای تولید لپه در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. آمار رسمی در خصوص سطح زیر کشت تیپ‌های مختلف نخود در کشور وجود ندارد، اما استان‌های کردستان، آذربایجان‌غربی و شرقی عمده کشت نخود تیپ دسی را در کشور دارا هستند و نیمی از نیاز مصرف لپه در کشور را فراهم می‌نمایند و نیم دیگر از کشورهای استرالیا، اتیوپی، تانزانیا و پاکستان تأمین می‌شود. میانگین واردات نخود در سال‌های ۲۰۱۲- ۲۰۱۶ بالغ بر ۱۸۰۰۰ تن برآورد شده است (FAO, 2019).

شکل ۲ (الف)- تنوعی از اندازه و رنگ گل، تعداد و اندازه برگچه در کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران

شکل۲ (ب)- تنوعی از شکل و رنگ بذر در کلکسیون نخود دسی بانک ژن گیاهی ملی ایران

برخی محققین تیپ سومی تحت عنوان تیپ حدواسط یا نخودفرنگی شکل نیز برای گیاه نخود در نظر می‌گیرند، این تیپ با سایز دانه کوچک تا متوسط و دانه‌های به رنگ کرم مشخص می‌شود و عمدتا در ایران و اتیوپی پراکنش دارد (Sharma *et al*., 2013a و Yadav *et al*., 2007). تیپ کابلی و حد واسط از نظر عادت رشد و رنگ دانه تفاوت ندارند اما به صورت معنی‌داری از نظر این دو صفت با تیپ دسی تفاوت دارند. هر سه تیپ به صورت معنی‌داری از نظر عرض گیاه، روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در گیاه، وزن صد دانه و عملکرد پلات تفاوت دارند. تیپ کابلی معمولا عرض بیشتر و دوره رسیدگی طولانی تری داشته، تعداد غلاف در بوته کمتر، وزن صد دانه بالاتر و عملکرد پلات پایین‌تری دارد(Yadav *et al*., 2007).

ارزش غذایی و ویژگی‌های سلامتی نخود

در کشورهای مختلف از دیرباز تا کنون همواره حبوبات پس از غلات به عنوان دومین منبع مهم غذایی مردم مطرح بوده است. ازآنجاکه حبوبات دارای مواد مغذی مشابه با سبزیجات و غذاهای پروتئینی هستند، ممکن است غالباً برای تحقق نیاز هر دو گروه غذایی مورد استفاده قرار گیرند. حبوبات به عنوان منبع عالی پروتئین رژیم غذایی شناخته می‌شود. اگرچه پروتئین‌های موجود در حبوبات در مقایسه با اکثر پروتئین‌های مشتق از حیوانات، کامل در نظر گرفته نمی‌شود اما هنگامی که با غذاهایی مانند غلات کامل (به عنوان مثال، نان غلات کامل) ترکیب شود، جذب متعادلی از اسیدهای آمینه ضروری به راحتی حاصل می‌شود(Wallace *et al*., 2016). حبوبات یکی از مهم‌ترین منابع پروتئین در رژیم غذایی بسیاری از مردم کشورهای در حال توسعه می‌باشد و به عنوان گوشت فقرا معروف بوده و نقش وسیعی در تأمین پروتئین مورد نیاز جامعه بشری به ویژه اقشار کم درآمد دارد. در بین حبوبات نخود بیشترین مقبولیت غذایی را داشته و از جهات مختلف با سایر حبوبات فرق می‌کند. پروتئین‌های اصلی موجود در نخود، مشابه سایر حبوبات، آلبومین‌ها و گلوبولین‌ها هستند. مقادیر کمتری گلوتلین و پرولامین نیز موجود است (Wallace *et al*., 2016). کیفیت پروتئین نخود بهتر از سایر حبوبات است. قابلیت هضم پروتئین دانه نخود از ۳۴ تا ۷۶ درصد متغیر بوده و بیش از سویا، ماش و نخود دانه کبوتری[1] ذکر شده است. نظیر سایر حبوبات نخود از نظر میزان اسیدهای آمینه سولفور دار متیونین و سیستئین دارای محدودیت است. اما تفاوت معنی‌داری از نظر پروفیل اسیدهای آمینه بین تیپ‌های دسی و کابلی وجود ندارد (Jukanti *et al*., 2012). حرارت دادن کیفیت پروتئین نخود را به میزان قابل توجهی بهبود می‌بخشد، زیرا بسیاری از عوامل ضد تغذیه‌ای در برابر گرما از بین رفته و یا غیرفعال می‌شوند (Wallace *et al*., 2016).

از نخود به شکل دانه کامل، لپه یا آرد، در خورش، سوپ یا سالاد و به اشکال بو داده، آب‌پز، نمکی و تخمیر شده استفاده می‌شود. این اشکال مختلف مصرف، فواید غذایی و

1- Pigeonpea

سلامتی بالقوه‌ای را برای مصرف کنندگان فراهم می‌کند (Jukanti *et al*., 2012). در حالی که نخود یک منبع ارزان قیمت پروتئین و انرژی در کشورهای در حال توسعه است، در کشورهای توسعه یافته به عنوان یک غذای سالم[1] محبوبیت دارد (Gaur *et al*., 2007). نخود منبع نسبتاً ارزان پروتئین، فیبر، ویتامین‌های مختلف، مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی (فیتاتها، ترکیبات فنولیک، الیگوساکاریدها، مهارکننده‌های آنزیمی و غیره) است و به دلیل ارزش غذایی بالقوه به عنوان یک ماده غذایی فراسودمند[2] مطرح است. مواد غذایی فراسودمند به موادی اطلاق می‌شود که دارای اثراتی فراتر از ارزش تغذیه‌ای و یا محتوای مواد مغذی خود بر سلامتی انسان باشند (Jukanti *et al*., 2012).

برخلاف سایر گیاهان خانواده لگوم نظیر خلر، باقلا و سویا که به ترتیب دارای مواد ضد تغذیه‌ای نظیر اگزالیل دی آمینو پروپیونیک اسید[3]، ویسین و مهارکننده‌های تریپسین می‌باشند، نخودحاوی هیچ نوع فاکتور ضد تغذیه‌ای خاصی نبوده و با دارا بودن ۹/۹ میلی گرم بر گرم اسید فیتیک در مقایسه با گیاهانی نظیر ماش (۱۲)، نخود دانه کبوتری (۱۲/۷) و سویا (۳۶/۴) از محتوای اسید فیتیک کمتری برخوردار است. تنها عامل منفی مصرف نخود در مقایسه با سایر حبوبات خوراکی، نفخ بیشتر ناشی از غلظت بیشتر اولیگوساکاریدهای خانواده رافینوز است (Gaur *et al*., 2007).

اگرچه حبوبات در طول هزاران سال گذشته مصرف می‌شده اما فقط طی دو تا سه دهه گذشته به ویژگی‌های تغذیه‌ای آنها و تأثیر احتمالی آنها بر سلامت انسان توجه شده است. نخود یکی از محصولات زراعی با ویژگی‌های بالقوه تغذیه‌ای و دارویی است . از دانه‌های نخود در طب سنتی به عنوان تقویت کننده، ضد انگل، اشتها آور، رفع کننده تشنگی وکاهش دهنده احساس سوزش معده استفاده شده و برای درمان بیماری‌هایی مانند مشکلات گلو، اختلالات خونی، برونشیت، بیماری‌های پوستی، عفونت گوش و مشکلات

1- Health food
2- Functional food
3- ODAP; Oxalyl diaminopropionic acid

مربوط به مجاری کبد یا مثانه نیز استفاده می‌شود. مردم چین بیش از ۲۵۰۰ سال است که از گیاه نخود به عنوان یک گیاه دارویی برای درمان فشار خون بالا و دیابت استفاده می‌کنند (Jukanti *et al*., 2012).

مطالعات انجام شده اهمیت بالقوه تغذیه‌ای نخود و نقش آن در بهبود تغذیه و سلامتی را نشان می‌دهد. نخود، یک منبع مقرون به صرفه از پروتئین، کربوهیدرات ها، مواد معدنی و ویتامین‌ها، فیبر، فولات، بتاکاروتن و اسیدهای چرب تقویت‌کننده سلامت است. گزارش شده است که مصرف نخود دارای فواید فیزیولوژیکی است که می تواند خطر بیماریهای مزمن از جمله بیماری‌های روده، چاقی، دیابت و فشار خون، سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی و کلسترول بالا را کاهش داده و موجب بهبود سلامتی شود (Jukanti *et al*., 2012).

اگرچه اطلاعات مربوط به نقش مؤلفه‌های مختلف نخود در جلوگیری از بیماری و مکانیسم‌های عمل آنها تا به امروز محدود است (Jukanti *et al*., 2012). اما گزارش شده است که تولید بوتیرات از مصرف یک رژیم غذایی حاوی نخود (۲۰۰ گرم در روز) در بزرگسالان موجب سرکوب تکثیر سلولی و القاء آپوپتوز می‌شود که می‌تواند خطر سرطان روده را کاهش دهد. علاوه بر این ترکیبات فعال زیستی دیگر نظیر لیکوپن، بیوکانین A و ساپونین‌ها که در نخود وجود دارند خطر ابتلا به انواع خاصی از سرطان را کاهش می‌دهد (Wallace *et al*., 2016).

نخود حاوی طیف گسترده‌ای از ترکیبات فنلی است که به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به عنوان ترکیبات فعال زیستی در نظر گرفته شود. ترکیبات فنلی گروه بزرگی از مواد طبیعی گیاهی شامل ویتامین‌ها، رنگدانه‌ها، فلانوئیدها، تانن‌ها و آنتوسیانین و... می‌باشند که معمولا در میوه‌ها، سبزی‌جات، آجیل‌ها، دانه‌ها، ریشه و در سایر قسمت‌های گیاه دیده می‌شود و فعالیت بیولوژیک متنوع این ترکیبات از جمله خواص آنتی‌اکسیدانی، آنتی‌میکروبی و ضد التهاب آن‌ها در بسیاری از بررسی‌ها گزارش شده و از این‌رو نقش مهمی در سالم‌سازی تغذیه بشر برای در دسترس قرار گرفتن رژیم ضد سرطان و کاهش-دهنده قند خون ایفا می‌کنند(Shun *et al*., 2003). وفور ترکیبات فنلیک در حبوبات، این

مواد را به عنوان منابع غذایی مهم سرشار از آنتی اکسیدان‌های فعال نموده است (Aparicio *et al*., 2008 و Dong *et al*., 2007). مقادیر فعالیت پلی فنل‌ها، فلاونوئیدها و آنتی‌اکسیدان‌ها میان حبوبات مختلف به شدت فرق می‌کند (Xu and Change, 2007 و Xu et al., 2007). نخود منبع خوبی برای ترکیبات فعال زیستی (پلی فنل‌ها و فلاونوئیدها) است (Aparicio *et al*., 2008 و Dong *et al*., 2007). پوسته رنگی نخود حاوی سطح بالای ترکیبات پلی‌فنلیک است (Himler *et al*., 2005). تنوع رنگ پوشش بذر نخود رنگی را مدلی بالقوه و قوی برای بررسی‌های غذاهای فراسودمند ساخته است.

ارقام نخود می‌توانند به میزان قابل توجهی در مدیریت و یا پیشگیری از بیماریهای ناشی ازآسیب رادیکال‌های آزاد نقش داشته باشند. نخود حاوی ایزوفلاونهایی مانند بیوکانین به اشکال آزاد (بیوکانین A و B) و متصل (Biochanin glucoside) است. محتوای ایزوفلاون‌ها نقش بسیار مهمی در سیستم دفاعی بدن در برابر گونه‌های اکسیژن فعال (که با پیشرفت بسیاری از بیماری‌های مزمن و دژنراتیو مرتبط هستند) دارند. فعالیت‌های بیولوژیکی متعددی از جمله کاهش پوکی استخوان، کاهش بیماری قلبی عروقی و دیابت، پیشگیری از سرطان و همچنین درمان علائم یائسگی با ایزوفلاون‌ها مربوط است و همچنین این ترکیبات فعالیت‌های ضد باکتریایی، ضد ویروسی، ضد التهابی و ضد حساسیت دارند (Garzón-Tiznado *et al*., 2012). مشخص شده است که ایزوفلاون‌ها بروز بیماری قلبی را به دلیل مهار اکسیداسیون LDL-C، مهار تکثیرسلولهای عضلانی صاف آئورت و نگهداری خصوصیات فیزیکی دیواره‌های شریانی کاهش می‌دهند (Jukanti *et al*., 2012). نخود دارای مقادیر قابل توجهی کارتنوئید است و می تواند به عنوان منبعی برای رژیم حاوی کارتنوئید به‌کاررود. کارتنوئیدها از جمله بتاکاروتن به عنوان پیش‌ساز ویتامین A برای رشد استخوان‌ها، تقسیم و تمایز سلول و از همه مهم‌تر بینایی نقش دارند (Jukanti *et al*., 2012).

نخود شاخص گلیسمی پایینی دارد و مشخص شده است که مصرف نخود به طور قابل توجهی مقاومت به انسولین را بهبود بخشیده وشواهد اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که مصرف نخود با کاهش خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ همراه است (Wallace *et al*., 2016). به

طورکلی، رژیم‌های غذایی پر فیبر، کم انرژی و پروتئین متوسط برای کنترل وزن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و افرادی که در رژیم غذایی از نخود استفاده می‌کنند شاخص توده بدنی کمتری دارند (Wallace *et al*., 2016). روغن دانه نخود حاوی استرول‌ها، توکوفرول‌ها و توکوتریولول‌ها است. این فیتواسترول‌ها علاوه‌بر کاهش سطح کلسترول، خاصیت ضد زخم، ضد باکتریایی، ضد قارچ و ضد التهاب دارند. فیتواسترول‌های موجود در روغن نخود(7D Aasterasterol و 5D Avenasterol)، حتی در دماهای سرخ‌کردن خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند (Jukanti *et al*., 2012).

تحقیقات اخیر نشان داده است که افزودن حبوبات از جمله نخود به غذا نه تنها به افزایش جذب مواد مغذی اساسی نظیر ویتامین‌ها، فیبر، مواد معدنی، آهن و اسیدهای چرب غیر اشباع و کاهش جذب چربی‌های اشباع و کلسترول کمک می‌کند (Wallace *et al*., 2016)، بلکه موجب افزایش ارزش غذایی آن شده و میزان اکریل‌آمید را کاهش می‌دهد. آکریل‌آمید یک ماده ضد تغذیه‌ای است که در غذاهایی مانند نان، اسنک‌ها و چیپس موجود است. آرد و پروتئین نخود روش جدیدی برای کاهش محتوای آکریل‌آمید در محصولاتی از این نوع می‌باشد (Rachwa-Rosiak *et al*., 2015). اهمیت ترکیبات آنتی‌اکسیدانی لگوم ها در حفظ سلامتی و ارزش غذایی مواد تغذیه‌ای هم از نظر تولیدکنندگان صنایع غذایی و هم از نظر مصرف‌کنندگان برای تامین تقاضای پیش رو برای غذاهای فراسودمند رو به افزایش است (Garzón-Tiznado *et al*., 2012). از این‌رو استفاده از نخود در غذاهای آماده، غذاهایی که به زمان پخت و پز کمتری نیاز دارند، غذاهای سریع، میان وعده، غذاهای سالم، مواد مغذی و مکمل‌های غذایی به سرعت در حال افزایش است (Gaur *et al*., 2007).

سگو و همکاران (Segev *et al*., 2010) به بررسی اثرات خیساندن و پختن روی سطح ترکیبات فعال زیستی (پلی فنل‌ها و فلاونوئیدها) و فعالیت آنتی‌اکسیدان توده‌های مختلف نخود با دانه‌های رنگی پرداختند. نتایج بررسی‌های این محققین نشان داد که روندهای رایج فراوری مثل خیساندن و پختن، سطح ترکیبات فعال زیستی و فعالیت کلی آنتی‌اکسیدانی را کاهش می‌دهد.

تنوع گسترده‌ای از نظر محتوای پروتئین‌ها و چربی‌ها، ظرفیت جذب آب، مدت زمان پخت و پز، مقدار ترکیبات فنلی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بین ارقام نخود مشاهده شده است. بررسی تنوع محتوای ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میان نمونه‌های ژنتیکی مختلف نخود نشان داد تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌ها به‌ویژه در نخودهای تیپ دسی از نظر این فاکتورها وجود دارد و لذا نخود تیپ دسی می‌تواند به طور قابل توجهی در مدیریت و یا پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با آسیب رادیکال آزاد نقش داشته باشد(Garzón-Tiznado *et al*., 2012). مفاخری و همکاران (۱۳۹۹) در مقایسه محتوای فلاونوئید در میان گونه‌های مختلف نخود گزارش نمودند تنوع درون گونه‌ای بالایی از نظر این صفت در میان ژنوتیپ‌های مختلف گونه *C.reticulatum* وجود دارد. میانگین میزان فنل کل در کلیه گونه‌های وحشی از گونه زراعی بیشتر بود. این محققین گزارش کردند اگرچه میزان فنل کل تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌های مختلف گونه *C.reticulatum* نشان داد اما این محتوا در کلیه ژنوتیپ‌های گونه *C.bijigum* و *C.echinospermum* نیز در سطح بالایی وجود دارد. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که اصلاح و بهینه‌سازی محتوای ترکیبات فنلی گونه زراعی با بهره‌گیری از تنوع موجود در ژرم‌پلاسم خویشاوندان وحشی آن وجود دارد. ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها به دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی منحصر به فرد امروزه نقش بسیار مهمی در سالم‌سازی تغذیه بشر برای در دسترس قرار گرفتن رژیم ضد سرطان دارند و از این‌رو می‌توان از این خزانه ژنی ارزشمند برای افزایش کیفیت تغذیه‌ای گونه زراعی استفاده نمود تا به این شکل قدم مثبتی برای تهیه غذاهای فراسودمند و سالم سازی تغذیه در جهت افزایش خصوصیات ضد سرطانی غذاها برداشت.

از این‌رو ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات مختلف تغذیه‌ای و ضدتغذیه‌ای در ژرم‌پلاسم گونه‌های زراعی و وحشی، مطالعات اثر متقابل ژنوتیپ ×محیط و ژنتیک این صفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شناسایی والدین با محتوای متفاوت هر یک از صفات تغذیه‌ای و ضد تغذیه‌ای برای تشکیل جمعیت‌های ژنتیکی مورد نیاز و برای نقشه‌یابی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات مورد نیاز است. در دسترس بودن این اطلاعات اساسی

می‌تواند به پیشرفت استراتژی‌های اصلاحی برای بهبود این صفات در نخود کمک کند (Gaur *et al*., 2007).

اهداف اصلاحی در نخود

در اصلاح نباتات بر اساس هدف و نیاز هر برنامه اصلاحی، تیپ مشخصی از گیاه یا به عبارتی ساختار گیاهی خاصی مدنظر قرار گرفته و ژنوتیپ‌هایی که این تیپ خاص را دارند شانس بیشتری برای انتخاب به عنوان والد برای انجام دورگ‌گیری دارند. بر این اساس برای هر منطقه خاص و یا هر گونه گیاهی ساختار گیاهی مناسب و مفیدی فرموله می‌شود.

بررسی تحمل به سرما به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل برای توسعه کشت پاییزه و انتظاری، بررسی تحمل خشکی آخر فصل و درجه حرارت بالا، هم در مرحله تولید مثل و هم رشد رویشی، به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل برای افزایش عملکرد در کشت بهاره، بررسی مقاومت به بیماری‌های شایع نخود نظیر برق‌زدگی و پوسیدگی فوزاریومی، دستیابی به ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بالاتر، زودرسی، ارتفاع بوته مناسب برای برداشت مکانیزه، تیپ ایستاده، افزایش تعداد شاخه، فاصله بیشتر اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف در بوته بیشتر، طول دوره گلدهی[1] بیشتر، مقاومت به ریزش دانه، کارایی تغذیه‌ای بالا و مباحث مربوط به بازار پسندی از اهداف اصلاحی مهم گیاه نخود به شمار می‌روند.

این اهداف اصلاحی برای هر دو تیپ نخود دسی و کابلی مشترک است اما نحوهٔ گزینش بسته به کاربرد دو تیپ برای صفات دانه متفاوت است. از آنجا که بخش عمده نخود کابلی به عنوان دانه کامل پخته می‌شود، درشتی دانه، روشن‌تر بودن رنگ دانه، زمان پخت و افزایش حجم دانه (در اثرخیساندن) صفات مهم کیفیتی محسوب می‌شوند. اما بیشتر بازارها دانه‌های دسی کوچک و متوسط (وزن ۱۰۰ دانه ۱۶-۲۰ گرم) را ترجیح می‌دهند، رنگ پوشش بذر قهوه‌ای زرد تا روشن‌ترجیح دارد و تقاضای بازار کمتری برای انواع سبز و سیاه وجود دارد. بیش از ۷۰٪ از نخودهای تیپ دسی برای ساخت لپه استفاده

1-Flowering duration

می‌شود و بخشی نیز به آرد تبدیل می‌شود. راندمان آرد سازی بالا و کیفیت آرد در تیپ دسی یک ویژگی مهم است و نیاز به توجه ویژه دارد. بخش کمی از نخود تیپ دسی برای مصارف دیگر (بو دادن) استفاده می‌شود (Gaur *et al.*, 2007 و Chaturvedi and Nadarajan, 2010).

منابع ژنتیکی نخود

منابع ژنتیکی هر گیاه مجموعه‌ای از لاین‌های اصلاحی، ارقام تجاری، توده‌های بومی و گونه‌های وحشی آن گیاه را شامل می‌شود. جنس نخود متشکل از ۹ گونه یکساله و ۳۴ گونه چندساله است. در میان گونه‌های یک ساله گونه *C. arietinum* تنها گونه زراعی نخود بوده و ۸ گونه یکساله دیگر وحشی (جدول ۱) هستند (Jhanwar *et al.*, 2012). گونه *C. reticulatum* از نظر مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و کاریوتیپی بسیار شبیه به گونه زراعی بوده و از نظر تلاقی سازگار با گونه زراعی است. این گونه نادر که در دهه ۱۹۷۰ توسط گیاه‌شناسان در جنوب شرق ترکیه یافت شد و گاهی به عنوان زیر گونه نخود زراعی نیز نام برده می‌شود (Brink and Belay, 2006) ، به عنوان جد این گیاه زراعی در نظر گرفته شده است و این مسئله موجب پیشنهاد این فرضیه شد که نخود در ترکیه امروز یا در بخش‌های شمالی سوریه یا عراق اهلی شده است.

گونه های یک ساله نخود وحشی بر اساس فاصله ژنتیکی و قابلیت تلاقی با نخود زراعی در سه گروه قرار می‌گیرند. گونه‌های *C. arietinum* و *C. reticulatum* خزانه ژنی اولیه را تشکیل می‌دهند که به آسانی قابل تلاقی با یکدیگر هستند. گونه *C. echinospermum* خزانه ژنی ثانویه را تشکیل می‌دهد، این گونه قابلیت تلاقی با گونه زراعی را دارد اما در هیبریدهای حاصل و نتاج آنها کاهش باروری دانه گرده دیده می‌شود. گونه‌های *C. bijugum* ، *C. judaicum* ، *C.chorassanicum* ، *C. cuneatum* ، *C.yamashitae* ، *C. pinnatifidum* و گونه‌های چندساله خزانه ژنی ثالثیه را تشکیل می‌دهند که به آسانی قابل تلاقی با گونه زراعی نبوده و نیاز به تکنیک‌های خاص نظیر کاربرد هورمون‌های رشد، نجات جنین، کشت تخمک و سایر تکنیک‌های کشت بافت برای انتقال ژن به زمینه ژنتیکی نخود زراعی دارند (Ahmad and Slinkard,

1992 ، Singh *et al*., 2016 و Smykal *et al*., 2017). اغلب گونه‌های یکساله خودگشن هستند، عمل خودگشنی آنها ۱ تا ۲ روز قبل از باز شدن گل‌ها انجام می‌گیرد و دگرگشنی در آنها بین صفر تا یک درصد است. گونه‌های یکساله از نظر تعداد کروموزوم به نخود زراعی مشابهت داشته و از نظر دورگ‌گیری تمرکز زیادی روی آنها شده است (Croser *et al*., 2003; Brink and Belay, 2006).

بررسی کاریوتیپ گونه چندساله *C. anatolicum* و مقایسه آن با گونه‌های یک ساله *C. reticulatum*، *C. echicospermum* و *C. arietinum* نشان داد که این چهار گونه از نظر فیلوژنتیکی بسیار بهم نزدیک هستند. این اعتقاد وجود دارد که اولین مرحله اساسی در تکامل یک لگوم دانه‌ای یک‌ساله، تکامل حالت یک‌ساله از چندساله می‌باشد (Ahmad, 1989).

جدول ۱- گونه‌های یک‌ساله و چندساله جنس نخود

گونه‌های یک‌ساله	
C. judaicum	*C. arietinum*
C. pinnatifidum	*C.bijugum*
C. reticulatum	*C. chorassanicum*
C. yamashitae	*C. cuneatum*
C. echinospermum	
گونه‌های چندساله	
C. laetum	*C. acanthophyllums*
C. macracanthum	*C. anatolicum*
C. atlanticum	*C. oxyodon*
C. microphyllum	*C. paucijugum*
C. balcaricum	*C. pungens*
C. mogoltavicum	*C. rassulaviae*
C. baldshuanicum	*C. rechingeri*
C. montbretii	*C. songaricum*
C. canariense	*C. spiroceras*
C. multijugum	*C. staphianam*
C. flexuosam	*C.subaphyllum*
C. floribundum	*C. tragacanthoides*
C. incisum	*C. korshins*
C. isauricum	*C. kermanens*
C. graecum	*C. heteriphyllum*
C. grande	*C. incanum*

بر اساس آخرین آمارها منابع ژنتیکی نخود جهان شامل ۹۸۳۱۳ نمونه ژنتیکی متشکل از توده‌های بومی، ارقام جدید، استاک‌های ژنتیکی، موتانت‌ها و گونه‌های وحشی است که در ۴۴ بانک ژن در سراسر دنیا نگهداری می‌شوند (Smýkal *et al*., 2015). در مجموع ۲۷ گونه از نخودهای وحشی متشکل از ۱۱۰۵ نمونه ژنتیکی به صورت Ex situ نگهداری می‌شود که ۱۴۷ نمونه آن شناسایی نشده‌اند. این نمونه‌ها شامل ۱۶۶ نمونه ژنتیکی از گونه *C.reticulatum* و ۶۴ نمونه ژنتیکی از گونه *C.echinospermum* است، که البته این تعداد به واسطه پروژه مشترکی که بین ترکیه- آمریکا و استرالیا با هدف جمع‌آوری نمونه‌های خویشاوندان وحشی نخود انجام گرفت دو برابر شد (Smýkal *et al*., 2015).

اهمیت و ویژگی‌های حفاظتی منابع ژنتیکی نخود

بررسی‌های جغرافیایی انجام شده از مکان‌های جمع‌آوری نمونه‌های ژنتیکی نخود زراعی نشان داد نواحی هندوکش- هیمالیا[1] (هند، پاکستان، افغانستان و نپال)، غرب و شمال چین، اتیوپی (نخود دسی)، ازبکستان، ارمنستان و گرجستان مناطقی هستند که کمتر نمونه برداری شده و لذا برای پوشش‌دهی تنوع ژنتیکی جهانی گیاه نخود لازم است از این مناطق جمع‌آوری نمونه صورت پذیرد (GCDT, 2008).

اگر چه جنس نخود به طور کلی دامنه جغرافیایی پهناوری از جزایر قناری در غرب تا دامنه های هیمالیا در شرق و از ازبکستان در شمال تا اتیوپی در جنوب دارد، اما اغلب گونه‌های یک‌ساله و چندساله جنس نخود توزیع جغرافیایی نسبتا محدودی دارند (Peleg *et al*., 2015). توزیع منقطع گونه‌های وحشی نخود، تعداد نسبتا کم دانه که هر گیاه تولید می کند و تنوع آللی بالا درون جمعیت‌های گونه‌های وحشی یک ویژگی بی‌نظیر و به شدت آسیب‌پذیر است که حفاظت آنها را ضروری می‌سازد (Peleg *et al*., 2015).

بر اساس تقسیم‌بندی‌های اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت[2] در جنس نخود شش گونه *C. anatolicum*، *C. atlanticum*، *C. chorassanicum*، *C. reticlatum*، *C. incisum*، *C. floribunduse*، *C. graecum* و *C. isauricum* در گروه گیاهان نادر (که به صورت

1- Hindu kush-himalayan
2- IUCN; International Union for the Conservation of Nature

بالقوه در معرض تهدید[1] قرار دارند) گروه‌بندی شده و گونه *C. canaris* در گروه گیاهان در معرض تهدید[2] قرار گرفته است (جدول ۲). در سال ۱۹۹۷ *C. echinospermum* در گروه گیاهان در معرض تهدید قرار داشت اما در پایش‌های صورت پذیرفته در سال ۲۰۱۲ در دسته با نگرانی کم[3] قرار گرفت. به صورت برعکس گونه *C. bijigum* اگرچه تا سال ۲۰۱۰ در معرض تهدید قرار نداشت اما بر اساس بررسی‌های انجام گرفته در سال ۲۰۱۶ این گونه در دسته گیاهان در معرض تهدید قرار گرفت (جدول ۲).

در حال حاضر مهم‌ترین موضوع در زمینه منابع ژنتیکی نخود، نیاز فوری برای جمع‌آوری و ارزیابی خویشاوندان وحشی یک‌ساله است خصوصا آنهایی که به‌راحتی با گونه زراعی تلاقی‌پذیر هستند (Smýkal *et al*., 2015). مطالعات برگر و همکارانش (Berger *et al*., 2003) در خصوص گونه‌های وحشی نخود با کاربرد آنالیزهای ژئو رفرنس نشان داد که کلکسیون‌های جهانی تنها تعداد کمی از توزیع خویشاوندان وحشی این جنس را شامل می‌شوند. این مسئله به روشنی نشان‌دهنده نیاز برای جمع‌آوری خویشاوندان وحشی به‌ویژه جد این گیاه *C. reticlatum* و *C. echinospermum* که متعلق به خزانه ژنی اولیه است می‌باشد. از خزانه ژنی ثانویه نیز *C.bijugum* به عنوان اولویت جمع‌آوری محسوب می‌شود، از دیگر گونه‌های دارای اولویت جمع‌آوری *C. cuneatum* در اتیوپی و عموم گونه‌های وحشی در پاکستان است (GCDT, 2008).

1- Possibly Threatened
2- Threatened
3- Low Concern

جدول ۲- گونه‌های وحشی در معرض تهدید جنس نخود بر اساس تقسیم‌بندی اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)

نام گونه	وضعیت حفاظتی منتشر شده	تفسیر وضعیت حفاظتی	سال برررسی	منبع	لینک دسترسی به منبع
Cicer anatolicum Alef.	Rare	Possibly Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer atlanticum Maire	Rare	Possibly Threatened	1997	IUCN Plants 1997	https://portals.iucn.org/library/node/7377
Cicer atlanticum Maire	Rare	Possibly Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer bijugum Rech.f.	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer bijugum Rech.f.	Endangered	Threatened	2016	IUCN Red List	http://www.iucnredlist.org/details/98066922/0
Cicer canariense A.Santos & G.P.Lewis	Insufficiently known	Data Deficient	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer canariense A.Santos & G.P.Lewis	Endangered	Threatened	2013	IUCN_2014_3	http://www.iucnredlist.org/details/165246/0
Cicer chorassanicum (Bunge) Popov	Rare	Possibly Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer cuneatum A.Rich.	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer echinospermum P.H.Davis	Rare	Possibly Threatened	1997	IUCN Plants 1997	https://portals.iucn.org/library/node/7377
Cicer echinospermum P.H.Davis	Insufficiently known	Data Deficient	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer echinospermum P.H.Davis	Low Concern	Not Threatened	2012	IUCN_2014_3	http://www.iucnredlist.org/details/19891645/0
Cicer floribundum Fenzl	Rare	Possibly Threatened	1997	IUCN Plants 1997	https://portals.iucn.org/library/node/7377
Cicer graecum Boiss.	Rare	Possibly Threatened	1997	IUCN Plants 1997	https://portals.iucn.org/library/node/7377
Cicer graecum Boiss.	Rare	Possibly Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer graecum Boiss.	Endangered	Threatened	2013	IUCN_2014_3	http://www.iucnredlist.org/details/176608/0
Cicer incisum (Willd.) K.Maly	Rare	Possibly Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer isauricum P.H.Davis	Rare	Possibly Threatened	1997	IUCN Plants 1997	https://portals.iucn.org/library/node/7377
Cicer judaicum Boiss.	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer macracanthum Popov	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer montbretii Jaub. & Spach	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm

ادامه جدول ۲

نام گونه	وضعیت حفاظتی منتشر شده	تفسیر وضعیت حفاظتی	سال برررسی	منبع	لینک دسترسی به منبع
Cicer oxyodon Boiss. & Hohen.	Low Concern	Not Threatened	2012	IUCN_2014_3	http://www.iucnredlist.org/details/19892222/0
Cicer pinnatifidum Jaub. & Spach	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer pinnatifidum Jaub. & Spach	Insufficiently known	Data Deficient	2016	IUCN Red List	http://www.iucnredlist.org/details/98067043/0
Cicer pungens Boiss.	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer rechingeri Podlech	Insufficiently known	Data Deficient	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer reticulatum Ladiz.	Rare	Possibly Threatened	1997	IUCN Plants 1997	https://portals.iucn.org/library/node/7377
Cicer reticulatum Ladiz.	Insufficiently known	Data Deficient	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer reticulatum Ladiz.	Not Threatened	Not Threatened	2016	IUCN Red List	http://www.iucnredlist.org/details/98067060/0
Cicer songaricum DC.	Not Threatened	Not Threatened	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm
Cicer yamashitae Kitam.	Indeterminate	Data Deficient	2010	Kew_CAT	http://www.legumes-online.net/ildis/aweb/database.htm

جستجو در بانک اطلاعاتی منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی نگهداری شده در بانک های ژن سراسر جهان[1] از اطلاعات منابع ژنتیکی نخود وحشی ثبت شده (https://www.genesys-pgr.org/c/chickpea) نشان داد که در حال حاضر تعداد نمونه‌های ژنتیکی گونه‌های وحشی *C. reticlatum*، *C. judaicum*، *C. pinnatifidum* و *C.bijugum* در بانک‌های ژن سرتا سر جهان به ترتیب ۴۲۷، ۲۴۷، ۱۷۲ و ۱۶۸ نمونه بوده و این گونه‌ها به ترتیب بعد از گونه زراعی بیشترین تعداد را در بانک‌های ژن جهانی به خود اختصاص داده‌اند.

علاوه بر عدم پوشش دهی مناسب جمع‌آوری و حفاظت گونه‌های وحشی این جنس در بانک‌های ژن، تعداد زیادی از این نمونه‌های ژنتیکی با شرایط ذخیره‌سازی نامناسب و یا قدرت رویش نامناسب بذور در هنگام ورود به بانک‌های ژن مواجه می‌باشند که حتی با وجود شرایط ذخیره‌سازی مناسب نیز موجب افت قوه نامیه و از دست رفتن قدرت رویش در کوتاه‌مدت می‌شود. دلایل این موضوع می‌تواند با عدم جمع‌آوری مناسب و به هنگام و عدم شناخت کافی از گونه مورد شناسایی مرتبط باشد.

تعداد زیادی از گونه‌های نخود در جنگل‌های برگریز شرق آناتولی در مرکز جنوب‌غرب آسیا (ترکیه، ایران و افغانستان) یافت می‌شوند. اما سطح بالای تغییر رویشگاه‌ها و سطح پایین حفاظت در این نواحی تهدید زیادی را برای تنوع ژنتیکی نخود موجب شده و نگرانی‌های حفاظتی زیادی را در سال‌های اخیر موجب شده است. اگرچه کاربرد و بهره‌برداری از نخودهای وحشی چندساله به دلیل مشکلات موجود برای احیا آنها قابل بحث است اما اولویت جمع‌آوری گونه‌های چندساله نخود را قبل از اینکه از بین بروند نباید فراموش نمود. برای این گونه‌ها روش حفاظت در رویشگاه طبیعی ارجحیت دارد. (GCDT, 2008).

1- GENESYS

حفاظت خویشاوندان وحشی چندساله نخود بسیار دشوار است (Ahmad, 1989). روش استاندارد برای احیا تعداد زیادی از گونه‌های وحشی هنوز کشف نشده است و احیا گونه‌های چندساله خصوصا با مشکل مواجه است، از این‌رو احیا گونه‌های وحشی چندساله نخود به عنوان یک موضوع با اهمیت که نیاز به تحقیق و پژوهش دارد مشخص شده است (GCDT, 2008).

پژوهش‌های انجام شده در واشنگتن نشان داد که کلیه گونه‌های چندساله نخود در گلخانه قادر به گلدهی نبوده و در صورت تشکیل گل، گل‌ها ریزش پیدا می‌کنند. از این‌رو در اوائل سال ۱۹۸۰ این مرکز تحقیقاتی خزانه نخودهای چندساله را در چندین سایت در شرق واشنگتن در ارتفاع ۲۰۰-۷۵۰ متر از سطح دریا و با انواع مختلف تیپ خاک تاسیس نمود. دما در این مناطق از حداقل ۳۰- یا پایین تر در زمستان با یا بدون پوشش برف تا حداکثر ۳۵-۳۰ در جه سانتی‌گراد در ماه‌های تابستان متغیر است.

برای حفاظت از یخ زدگی در زمستان گیاهان به گلخانه منتقل شده و سپس مجددا در بهار به مزرعه منتقل می‌شوند.

نتایج پژوهش‌های انجام شده در این مرکز تحقیقاتی نشان داد که برخی از گونه‌ها ۳-۴ سال زمان نیاز دارند تا گل داده و دانه زنده و زایا تولید نمایند و گزارش شده که برخی از نمونه‌های گونه *C. anatolicum* حتی بیش از ده سال در خزانه باقی مانده و تولید بذر می نمایند (Kaiser *et al*., 1997).

پژوهش‌های انجام شده در ایکریست در پتنچرو[1] هند نشان داد که گونه‌های وحشی چندساله اندام‌های تولید مثلی را در شرایط مزرعه‌ای در این منطقه تشکیل نمی‌دهند. علت این موضوع اختلاف طول جغرافیایی این منطقه (۱۷ درجه شمالی) با طول جغرافیایی منطقه پولمن[2] واشنگتن (۴۷ در جه شمالی) عنوان شده است. این پژوهش‌ها نشان داد که بر خلاف گونه‌های یک‌ساله نخود که در دامنه جغرافیایی وسیعی رشد می‌کنند، گونه‌های

1- Patancheru
2- Pullman

چندساله نیازهای خاصی را از نظر شرایط آب و هوایی و خاکی دارند (Kaiser *et al*., 1997). از این‌رو برای بهره‌گیری از ظرفیت گونه‌های وحشی نخود در تلاقی گونه‌های زراعی از انتقال دانه‌های گرده این گونه‌ها از واشنگتن به هند استفاده می‌شود (Mallikarjuna *et al*., 2007).

احمد (Ahmad, 1989) گزارش نمود که گیاه *C. anatolicum* حتی با وجود ورنالیزاسیون و قرار دادن در اتاقک‌های رشد با شرایط کنترل شده به مرحله گلدهی نرسید. *Cicer anatolicum* یک گیاه چندساله ایستاده یا بالارونده است. این گونه در نخجوان، ترکیه، عراق و در غرب و شمال غرب ایران پراکنش دارد (شکل۳). در کتاب لیست قرمز ارمنستان به عنوان یکی از گونه‌های در معرض خطر با حوزه پراکنش گسسته شده جای گرفته است. عامل محدود کننده برای این گونه از دست رفتن و یا تخریب زیستگاه آن و چرای بی رویه ذکر شده است. این گیاه در ارتفاعات ۱۸۰ تا ۲۵۵۰ متری بالای سطح دریا در دامنه‌های صخره‌ای و سنگی رشد می‌کند. فاصله بین ماه‌های خرداد تا تیر به گل رفته و از تیر تا مرداد غلاف‌ها تشکیل می‌شوند(Gabrielyan , 1989) و گزارش شده است که برداشت مکانیکی پوشش دانه این گونه موجب تسهیل جوانه زنی آن می‌شود (Kaiser *et al*., 1997).

شکل ۳- تصویری از فرم بوته، شکل برگچه ها و گل در گیاه *C. anatolicum* در مزرعه تحقیقاتی بانک ژن گیاهی ملی ایران

پژوهش انجام شده در بانک ژن گیاهی ملی ایران بر روی نمونه‌های چندساله نخود وحشی نیز نشان داد که این نمونه‌ها در گلخانه به مرحله زایشی نرسیده و تیمارهای ورنالیزاسیون نیز قادر به تحریک گلدهی و ورود به فاز زایشی در این گیاهان در شرایط گلخانه‌ای نبود. انتقال و کشت نمونه‌ها در مزرعه تحقیقاتی در کرج، در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا، موجب تحریک ورود به فاز زایشی درگونه‌های *C. anatolicum* و *C. spiroceras* شد. در این شرایط در هر دو گونه طی دو سیکل تولیدمثلی (دو فصل زراعی) تنها گل تشکیل شده و سپس ریزش یافت اما در گونه *C. spiroceras* در سال زراعی سوم تشکیل گل‌ها به تولید نیام و تشکیل دانه منجر شد (شکل ۴).

شکل ٤- تصویری از فرم بوته، شکل برگچه ها و گل در گونه *C.spiroceras* در مزرعه تحقیقاتی بانک ژن گیاهی ملی ایران

مورد دیگری که در زمینه جمع‌آوری و حفاظت منابع ژنتیکی وحشی نخود باید مدنظر قرار داد، جمع‌آوری و حفاظت از باکتری‌های ریزوبیوم همزیست با آنها است. با توجه به این‌که ریزوبیوم‌های همزیست با گونه‌های چندساله در کلکسیون‌ها خیلی کم حضور دارند، جهت اطمینان از قابلیت دسترسی به‌نژادهای ریزوبیومی موثر باید نمونه خاک همراه با نمونه‌های وحشی چندساله جمع‌آوری شوند.

ایجاد و توسعه استراتژی حفاظت منابع ژنتیکی نخود

اولین هم‌اندیشی در خصوص استراتژی حفاظت برای گونه‌های نخود و سایر لگوم‌های تغذیه‌ای در چهارمین کنفرانس بین‌المللی تحقیقات لگوم‌های تغذیه‌ای صورت پذیرفت، که در اکتبر ۲۰۰۵ با حضور هجده نفر از یازده موسسه متفاوت در دهلی نو برگزار شد. به تبع آن در مارس ۲۰۰۶ پرسشنامه‌ای برای مسئولین کلکسیون‌های ۳۶ بانک ژن در ۳۶ کشور ارسال شد تا اطلاعات جامعی در خصوص وضعیت کلکسیون‌های جنس نخود جمع‌آوری شود. مهم‌ترین هدف برای تبیین استراتژی حفاظت، تدوین یک برنامه کاری برای حفاظت موثر و کارآمد خزانه ژنی این گیاه متشکل از گونه‌های وحشی و زراعی در سرتا سر جهان بوده است (GCDT, 2008).

مهمترین اتفاق در ایجاد این استراتژی کارگاه تخصصی "استراتژی حفاظت جهانی خارج از رویشگاه اصلی برای لگوم‌های تغذیه‌ای (نخود، عدس، باقلا و خلر)" بود که در ایکاردا در ۱۹-۲۲ فوریه سال ۲۰۰۷ برگزار شد. در این کارگاه پرسشنامه‌ای بین شرکت‌کنندگان توزیع شد و نظرات شرکت‌کنندگان در زمینه چگونگی حفاظت موثر و کارآمد خارج از رویشگاه طبیعی گردآوری شد، بعد از کارگاه نیز اطلاعات زیادی چه از جانب افرادی که در کارگاه شرکت نموده بودند و چه از طرف سایر افرادی که کلکسیون‌های نخود را داشتند دریافت شد. علاوه بر این منابع دیگری نیز از قبیل استراتژی‌های منطقه‌ای حفاظت گیاهان زراعی برای غرب‌آسیا، شمال‌آفریقا، آمریکا، آفریقای جنوبی، جنوب، جنوب‌شرق و شرق‌آسیا، غرب و مرکزآفریقا، مرکزآسیا، اقیانوسیه و شرق‌آفریقا و بانک‌های اطلاعاتی گسترده‌ای که در اینترنت موجود بود از جمله شبکه اطلاعات گسترده منابع ژنتیکی[1]، شبکه اطلاعات منابع ژنتیکی آمریکا[2]، سیستم اطلاعات منابع ژنتیکی اروپا[3]، سیستم اطلاعات جهانی منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی[4]،

1- The System-wide Information Network for Genetic Resources; SINGER
2- Germplasm Resources Information Network; GRIN
3- The European Search Catalogue for Plant Genetic Resources; EURISCO
4- World Information and Earlr Warning System; WIEWS

طرح اقدام جهانی برای حفاظت و بهره‌برداری از منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی[1] برای تهیه پیش‌نویس استراتژی حفاظت به‌کار گرفته شد(GCDT, 2008).

بر اساس برآیند این مطالعات، در منطقه غرب‌آسیا و شمال‌آفریقا که مرکز اولیه تنوع نخود است. اولویت و اهمیت کلیدی حفاظتی این گیاه آشکار گردید و مشخص شد که از نظر تعداد نمونه‌های ژنتیکی نگهداری شده در بانک‌های ژن این ناحیه، گیاه نخود در رتبه سوم قرار دارد. در مرکزآسیا و اقیانوسیه اولویت حفاظت نخود به ویژه برای تامین امنیت غذایی در آذربایجان، گرجستان، قرقیزستان، تاجیکستان و ازبکستان تعیین شد. استراتژی شرق‌آفریقا، نخود را هفتمین اولویت در میان بیست و یک گیاه زراعی با اولویت حفاظت تعیین نمود. این گیاه به خصوص برای مناطق سودان، اِریتره، اتیوپی و کنیا دارای اهمیت است. موسسه حفاظت تنوع زیستی[2] اتیوپی تنها کلکسیون اصلی این ناحیه را نگهداری می‌کند. استراتژی حفاظت جنوب، جنوب‌شرق و شرق‌آسیا نخود را در اولویت چهاردهم در میان بیست و هشت گیاه زراعی با اولویت حفاظت قرار داد. رتبه بندی در جنوب‌آسیا بالاتر است به طوری که این گیاه رتبه نهم را از نظر اهمیت حفاظتی به خود اختصاص داده و در گروه با اولویت حفاظتی بالا در هند، نپال، سری‌لانکا و بنگلادش قرار گرفت. مجموعه‌های خارج از رویشگاه طبیعی این نواحی از نظر تعداد نمونه‌های ژنتیکی و تنوع بالا قابل توجه می‌باشند. استراتژی منطقه آفریقای جنوبی نخود را به‌عنوان یک اولویت برای حفاظت در این منطقه مطرح ننموده، اما این گیاه را برای برخی کشورهای خاص که نام نبرده دارای اولویت حفاظتی بالا دانست (GCDT, 2008).

اندازه و ترکیب کلکسیون‌های اصلی حفاظت کننده منابع ژنتیکی نخود

در خصوص گیاه نخود ۹۸۰۰۰ نمونه ژنتیکی متشکل از توده‌های بومی، ارقام جدید، استاک‌های ژنتیکی، موتانت ها و گونه‌های وحشی در بانک‌های ژن نگهداری می‌شوند (http:\\apps3.fao.org/wiews/germplasm_query.htm?i_1=EN). جدول ۳

1- Global Plan of Action for plant genetic resources; GPA
2- Institute of Biodiversity Conservation

لیست کلکسیون‌های اصلی جنس نخود را براساس تعداد نمونه‌های ژنتیکی و نوع آن را نشان می‌دهد (Sharma *et al*., 2013a و Singh *et al*., 2016). اگر چه اطلاعات کامل در خصوص نوع نمونه‌های ژنتیکی و منبع آنها برای بسیاری از کلکسیون‌ها ناقص است و میزان نمونه‌های تکراری عمدی و یا غیر عمدی در این کلکسیون ها مشخص نیست. اطلاعات این جدول اگرچه نشان دهنده مهم ترین و اصلی ترین کلکسیون‌های نخود است نباید به عنوان یک لیست جامع برای کل جهان فرض شود.

دو کلکسیون بین‌المللی ماموریت نگهداری نخود را دارند. موسسه تحقیقات بین‌المللی گیاهی برای نواحی نیمه خشک (ایکریست) که در هند قرار دارد و مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا) که در سوریه قرار داشت و در حال حاضر در لبنان و مراکش فعالیت می‌کند. کلکسیون نخود ایکریست با داشتن ۱۹۹۵۹ نمونه ژنتیکی نخود زراعی و ۳۰۸ نمونه ژنتیکی از ۱۸ گونه وحشی نخود از ۶۰ کشور جهان بزرگترین کلکسیون این گیاه را تشکیل می‌دهد. سایر بانک‌های ژن شامل بانک ژن هند[1] با داشتن ۱۶۸۸۱، ایکاردا با داشتن ۱۳۸۱۸، استرالیا [2]با داشتن ۸۶۵۵، آمریکا[3] با داشتن ۶۷۸۹ و بانک ژن گیاهی ملی ایران با داشتن ۵۷۰۰ نمونه ژنتیکی به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند(Sharma *et al*., 2013a).

در کلکسیون ایکریست ۷۵ درصد نمونه‌های ژنتیکی تیپ دسی، ۲۱٪ تیپ کابلی و ۴ درصد تیپ حد واسط می‌باشند. درحالی‌که کلکسیون ایکاردا اساسا متشکل از نمونه‌های ژنتیکی تیپ کابلی است و از این‌رو متنوع‌ترین کلکسیون جهانی این تیپ را دارد (Yadav *et al*., 2007). در مجموع این دو کلکسیون بین‌المللی ۳۷ درصد تعداد کل نمونه‌های ژنتیکی ژرم‌پلاسم نخود را در جهان نگهداری می‌نمایند و ۱۵ درصد نمونه‌های این دو کلکسیون یکسان هستند. سطوح بالاتری از نمونه‌های تکراری بین این دو کلکسیون با سایر

1- National Bureau of Plant Genetic Resources
2- Australian Temperate Field Crops Collection
3- United States Department of Agriculture; USDA

کلکسیون‌های ملی سراسر جهان وجود دارد (GCDT, 2008)، به عنوان مثال ۲۴۱ نمونه ژنتیکی از خویشاوندان وحشی موجود در کلکسیون گیاهان زراعی استرالیا[1] در کلکسیون‌های ایکاردا،ایکریست و آمریکا حضور دارد.

جدول ۳- کلکسیون‌های اصلی جنس نخود در بانک‌های ژن مختلف در جهان براساس تعداد نمونه‌های ژنتیکی و نوع آن

کشور	بانک ژن / موسسه	نمونه‌های ژنتیکی زراعی	نمونه‌های ژنتیکی وحشی	گونه‌های وحشی
بانک ژن جهانی	International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT)	۱۹۹۵۹	۳۰۸	۱۸
بانک ژن جهانی	International Centre for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA)	۱۳۵۴۸	۲۷۰	۱۱
استرالیا	Australian Temperate Field Crops Collection (ATFC)	۸۴۰۹	۲۴۶	۱۸
بنگلادش	Bangladesh Agricultural Resources Institute (BARI)	۷۵۲		
برزیل	Embrapa Hortalicas	۷۷۵		
کانادا	Agriculture and Agri-Food Canada	۵۰۷	۲	
اتیوپی	Institute of Biodiversity Conservation (IBC)	۱۱۷۳		
آلمان	Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	۵۲۲	۱۱	
یونان	Fodder Crops and Pastures Institute	۴۴۵		
مجارستان	Institute for Agro Botany (RCA)	۱۱۶۱	۹	۵
هند	National Bureau of Plant Genetic Resources(NBPGR)	۱۶۸۱۲	۶۹	۱۰
هند	Regional Station, Akola	۸۱۳		

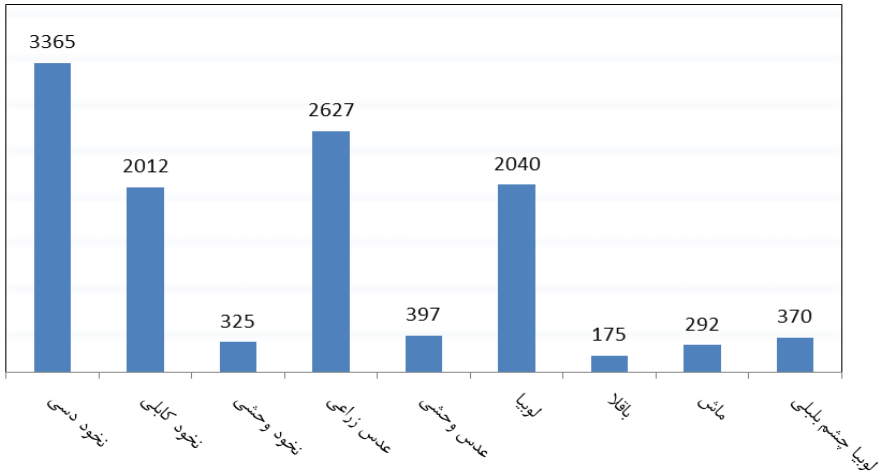
1-Australian Temperate Field Crops Collection

ادامه جدول ۳

کشور	بانک ژن / موسسه	تعداد نمونه‌های ژنتیکی زراعی	تعداد نمونه‌های ژنتیکی وحشی	تعداد گونه‌های وحشی
ایران	National Plant Gene Bank of Iran (NPGBI)	۵۳۷۷	۳۲۵	۱۴
ژاپن	National Institute of Agrobiological Sciences	۶۸۲		
مکزیک	Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas	۱۶۰۰		
پاکستان	Plant Genetic Resources Institute (PGRP)	۲۰۵۷	۸۹	۳
فیلیپین	University of the Philippines	۴۰۷		
روسیه	N.I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry (VIR)	۲۰۹۱		
اسپانیا	Instituto Nacional de Investigacion y TecnologiaAgraria y Alimentaria, Centro de Recursos Fitogeneticos	۶۴۴		
اسپانیا	Instituto Andaluz de Investigacion Agroalimentaria y Pesquera, Centro de Investigacion y Formacion Agroalimentaria Cordoba	۶۰۸		
ترکیه	Plant Genetic Resources Department (AARI)	۲۰۵۴	۲۲	۴
اکراین	Institute of Plant Production n.a. V.Y. Yurjev of UAAS	۱۰۲۱		
آمریکا	Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS	۶۵۸۴	۲۰۵	۲۲
ازبکستان	Uzbek Research Institute of Plant Industry	۱۰۵۵		

منابع ژنتیکی نخود در بانک ژن گیاهی ملی ایران

در کلکسیون حبوبات بانک ژن گیاهی ملی ایران در مجموع بالغ بر ۵۷۰۰ نمونه از نخودهای زراعی و وحشی از گونه‌های مختلف نگهداری می‌شود (شکل۵). این کلکسیون در زمره بزرگترین کلکسیون‌های جهانی نخود بوده و ششمین رتبه را در میان کلکسیون-های جهانی دارد (FAO, 2010) و متشکل از ۲۰۱۲ نمونه ژنتیکی از نخود تیپ کابلی، ۳۳۶۵ نمونه نخود تیپ دسی و ۳۲۵ نمونه از نخودهای وحشی از ۱۴ گونه مختلف می‌باشد.



شکل۵- تعداد نمونه‌های ژنتیکی مختلف موجود در کلکسیون حبوبات بانک ژن گیاهی ملی ایران

بررسی منشا نمونه‌های نگهداری شده کلکسیون نخود نشان می‌دهد که در کلکسیون نخود ۵۰۹۵ نمونه منشا ایران دارند، ۳۷۷ نمونه با منشا نامشخص و ۱۳۴ نمونه منشا ترکیه دارند. نمونه‌های با منشا ترکیه عمدتا نمونه‌های وحشی نخود از گونه‌های *C. echinospermum*، *C. reticulatum*، *C. bijigum* و *C. judaicum* هستند که از مرکز بین‌المللی ایکاردا دریافت شده‌اند. نمونه‌های جمع‌آوری شده از سوریه، فلسطین، افغانستان، لبنان، اتیوپی و اردن به ترتیب با ۳۲، ۱۷، ۱۴، ۱۳، ۱۰ و ۸ نمونه ژنتیکی در رتبه‌های بعدی قرار دارند که این نمونه ها نیز عمدتا از گونه‌های وحشی بوده و در سال ۱۳۷۱ از مرکز بین‌المللی ایکاردا دریافت شده است. نوع جمعیت ۲۳۹۷ نمونه ژنتیکی

کلکسیون نخود مشخص نشده است، اما ۲۹۸۱نمونه ژنتیکی از جمعیت‌های توده‌های بومی و ۳۲۵ نمونه ژنتیکی وحشی است. بیشترین تعداد نمونه‌های وحشی در کلکسیون مربوط به گونه *C.juduicum* است که این نمونه ها از کشورهای سوریه، فلسطین، لبنان، ترکیه، اردن، اتیوپی و افغانستان جمع‌آوری شده و از مرکز بین‌المللی ایکاردا دریافت شده‌اند.

از ۳۳۶۵ نمونه نخود تیپ دسی ثبت شده در بانک اطلاعاتی ۲۱۶۷ نمونه محل جمع‌آوری دقیق ثبت شده را دارا هستند. بررسی این داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین جمع‌آوری از این تیپ در استان‌های آذربایجان‌شرقی و غربی، خراسان‌رضوی، اصفهان و تهران صورت پذیرفته است (جدول۴). سایت‌های جمع‌آوری تیپ دسی در کشور از ارتفاع ۵۴۰ متر از سطح دریا در طارم علیا زنجان تا ارتفاع ۳۱۱۸ متری از سطح دریا در شازند استان مرکزی متغیر بوده است. ۱۴۴۳ نمونه از این تیپ در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۶۹ از مرکز بین‌المللی ایکریست دریافت شده‌اند.

از ۲۰۱۲ نمونه نخود تیپ کابلی ثبت شده در بانک اطلاعاتی ۱۰۵۵ نمونه محل جمع‌آوری دقیق ثبت شده را دارا هستند. بررسی این داده‌ها نشان می‌دهد که بیشترین جمع‌آوری از این تیپ در استان‌های خراسان‌رضوی، آذربایجان‌شرقی، لرستان و مرکزی صورت پذیرفته است (جدول۴). سایت‌های جمع‌آوری تیپ کابلی در کشور از ارتفاع ۱۰۱ متر از سطح دریا در دشتستان بوشهر تا ارتفاع ۳۲۳۵ متری از سطح دریا در علی‌گودرز لرستان متغیر بوده است. ۱۲۲۳ نمونه از این تیپ در سال ۱۳۶۶ از مرکز بین‌المللی ایکاردا دریافت شده‌اند.

جدول ٤ - استان‌های محل جمع‌آوری تیپ‌های مختلف نخود زراعی در کشور و تعداد نمونه جمع‌آوری شده از هر استان

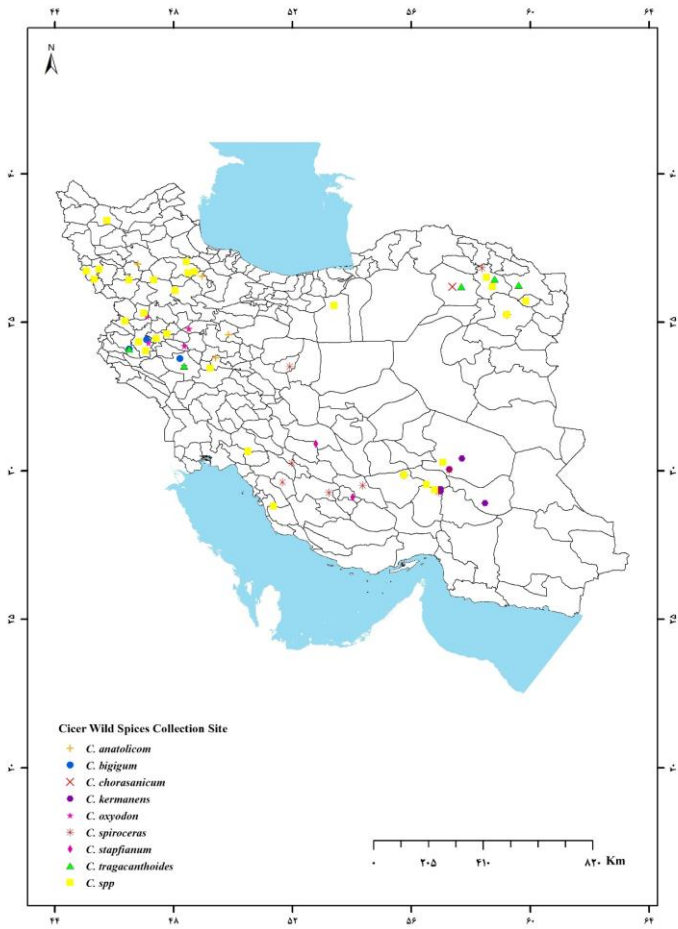
نام استان	تیپ کابلی	تیپ دسی	نام استان	تیپ کابلی	تیپ دسی
آذربایجان‌غربی	۳۰	۱۰۳	سیستان و بلوچستان	۲	۲۱
آذربایجان‌شرقی	۱۱۳	۷۵۴	فارس	۱۵	۵۰
البرز	۱	۴	قزوین	_	۳
اردبیل	۱	۷	کردستان	۵۳	۴۸
اصفهان	۲۶	۱۶۲	کرمان	۳۳	۷۴
ایلام	۳۸	۲	کرمانشاه	۴۸	۹۷
بوشهر	۶	۱	کهکیلویه و بویراحمد	۱	۲
تهران	۲۸	۲۱۵	گلستان	۷	_
چهارمحال و بختیاری	۱۲	۱	گیلان	_	۹
خراسان‌جنوبی	۱۲	۴	لرستان	۱۴۴	۱۰
خراسان‌رضوی	۱۶۳	۳۷۳	مرکزی	۱۲۲	۳۴
خراسان‌شمالی	۴	۲	مازندران	۱۷	۲۴
خوزستان	۲	۲	همدان	۶۳	۷۷
زنجان	۴۴	۷۰	هرمزگان	_	۱
سمنان	_	۸	یزد	۶۹	۸

جدول ۵ -تعداد نمونه‌های ژنتیکی گونه‌های وحشی نخود را که در بانک‌های ژن جهانی نگهداری می‌شوند(Yadav *et al*., 2007) در مقایسه با نمونه‌های نخود وحشی نگهداری شده در بانک ژن گیاهی ملی ایران نشان می‌دهد.

جدول ۵- تعداد نمونه‌های ژنتیکی گونه‌های وحشی نخود در بانک ژن گیاهی ملی ایران (NPGBI) در مقایسه با بانک‌های ژن جهانی

ICARDA	ICRISAT	NPGBI	گونه
۲	۳	۹	*Cicer anatolicum*
۴۵	۸	۴۲	*C. bijugum*
۳	۳	۹	*C. chorassanicum*
۵	۱	۷	*C. cuneatum*
۱۵	۴	۱۰	*C. echinospermum*
۱	–	–	*C. flexuosum*
–	۱	–	*C. floribundum*
۷۷	۲۲	۶۵	*C. judaicum*
–	۵	–	*C. macracanthum*
–	۵۲	–	*C. microphyllum*
–	۲	–	*C. montbretii*
–	۱	–	*C. multijugum*
–	۲	–	*C. nuristanicum*
۵۵	۱۱	–	*C. pinnatifidum*
–	۹	–	*C. pungens*
–	۱	–	*C. rechingeri*
۶۰	۶	۴۸	*C. reticulatum*
۵	۳	۵	*C. yamashitae*
–	۱	–	*C. anariense*
–	–	۸	*C.kermanens*
–	–	۱۳	*C.spiroceras*
–	–	۲	*C.stapfianum*
–	–	۱۰	*C.oxyodon*
–	–	۵	*C.tragacanthoides*
–	–	۴۶	*C. SPP*

شکل ۶ نقشه پراکنش گونه‌های وحشی نخود جمع‌آوری شده از استان‌های مختلف کشور را نشان می‌دهد. شایان ذکر است کلیه نقاط بر روی نقشه نمایش داده نشده زیرا در برخی موارد طول و عرض جغرافیایی دقیق در زمان جمع‌آوری نمونه‌ها ذکر نگردیده و یا ثانیه و دقیقه این مختصات مشخص نشده و لذا برخی نقاط هم‌پوشانی داشته و در نقشه نمایش داده نشده‌اند.



شکل ٦- نقشه پراکنش گونه‌های وحشی نخود جمع‌آوری شده از استان‌های مختلف کشور

اهمیت نمونه‌های بومی ایران در کلکسیون‌های جهانی

در کلکسیون ایکریست مهم‌ترین کشورهای منبع برای توده‌های بومی نخود شامل هند (۱۰۵۲۶)، ایران (۸۹۱۲)، ترکیه (۴۹۲۷)، سوریه (۲۵۱۷)، افغانستان (۱۹۴۹)، اسپانیا (۱۴۹۴)، پاکستان (۱۲۷۲)، اتیوپی (۱۱۷۵) و ۶۰ کشور دیگر است(Smýkal *et al.*, 2015). در کلکسیون نخود تیپ کابلی ایکاردا نیز ایران با اختصاص ۱۷۸۰ نمونه از این کلکسیون به خود تفاوت چشم‌گیری با تعداد نمونه‌های سایر کشورهای تشکیل دهنده این مجموعه شامل ترکیه (۹۷۰)، هند (۴۱۰)، شیلی (۳۴۰)، ازبکستان (۳۰۰)، اسپانیا (۲۸۰)، تونس (۲۷۰)، مراکش (۲۳۰)، بلغارستان (۲۱۰)، پرتغال (۱۷۰)، روسیه (۱۶۰)، مکزیک (۱۶۰)، اردن (۱۵۰)، ایالات متحده آمریکا (۱۲۰)، بنگلادش (۱۱۰)، تاجیکستان (۱۱۰) و جمهوری آذربایجان (۱۱۰) دارد (Redden and Berger, 2007). همانطور که ملاحظه می‌شود در هر دوی این کلکسیون‌های جهانی کشور ایران رده‌های نخستین را به خود اختصاص می‌دهد، از این موضوع می‌توان به اهمیت حفظ این تنوع در داخل کشور پی برد.

علاوه بر این در جستجو در کلکسیون‌های جهانی برای نمونه‌های ژنتیکی دارای ویژگی‌های خاص، همواره نمونه‌های با منشا ایران در دسته نمونه‌های ویژه قرار دارند. مثال‌هایی از این دست آزاد سازی ارقام به صورت مستقیم و از طریق گزینش از نمونه‌های ژنتیکی با منشا ایران بوده است. نمونه‌های ژنتیکی ایرانی ILC411 و ILC915 در سال‌های ۱۹۸۸ و ۱۹۹۴ با داشتن سطح مقاومت قابل قبول به بیماری برق‌زدگی به ترتیب در کشورهای چین و سودان با نام‌های ILC411 و Jebel Marna-1 آزاد سازی شدند (Pande and Sharma, 2014). در ارزیابی نمونه‌های کلکسیون هسته در ایکریست برای صفات آگرونومیکی و عملکرد ۹ نمونه ژنتیکی تیپ کابلی از نظر روز تا گلدهی، تعداد غلاف، عملکرد دانه و وزن صد دانه در مقایسه با رقم شاهد L550 برتری داشتند، در میان این نمونه‌های ژنتیکی نمونه ICCs3410 با تعداد روز تا گلدهی ۵۴ روز، تعداد غلاف ۶۵، عملکرد دانه ۲۱۳۸ کیلوگرم در هکتار و وزن صد دانه ۲۱/۸ گرم منشا ایرانی داشت

(Yadav *et al*., 2007). در جستجو برای دستیابی به منابع مقاومت گسترده[1] و پایدار در برابر دو بیماری پژمردگی فوزاریومی و پوسیدگی ریشه، بیش از ۲۰۰ نمونه ژنتیکی مقاوم در ۲۴ مکان در ۱۱ کشور طی یک دوره ۵ ساله مورد آزمایش قرار گرفتند، بر اساس نتایج بدست آمده سه نمونه ژنتیکی از منشاء هند (ICC10803، ICC11550 و ICC11551) و سه نمونه ژنتیکی از ایران(ICC2862، ICC9023 و ICC9032) در تقریباً دو سوم از مناطق مقاوم بودند که نشان دهنده مقاومت گسترده آنها در برابر این دو بیماری بود (Gaur *et al*., 2007). مثال‌هایی از این قبیل در خصوص نمونه‌های ژنتیکی متحمل به سرما نیز وجود دارد که ارزش توجه بیشتر به منابع ژنتیکی کشور به منظور بهره‌برداری مناسب از آنها را دو چندان می نماید.

جستجو و انجام ماموریت‌های جمع‌آوری

مواد اولیه برای تاسیس کلکسیون نخود در بانک‌های ژن جهانی توسط وزارت کشاورزی ایالات متحده[2] و در راستای انجام پروژه جمع‌آوری منابع ژنتیکی این گیاه از ایران و هند در اواخر دهه ۱۹۶۰ فراهم شد که ۴۱۷۷ نمونه نخود زراعی را در دسترس بانک‌های ژن جهانی ایکاردا و ایکریست قرار داد. سپس ماموریت‌های جمع‌آوری موسسه بین‌المللی ایکریست به مناطق افغانستان، ترکیه، سوریه و پاکستان انجام و موجب جمع‌آوری تعداد زیادی نمونه از گونه‌های *C. microphyllum*، *C. nuristanicum* و *C. macrocanthum* گردید (Singh *et al*., 2016).

هدف اصلی جمع‌آوری ژرم‌پلاسم به دام انداختن و به دست آوردن مقدار قابل توجهی از تنوع ژنتیکی در کوچک‌ترین اندازه نمونه است. اولویت‌های جمع‌آوری بسته به استراتژی‌های هر بانک ژن با گذشت زمان می تواند تغییر نماید اما در مرحله اول هدف پوشش‌دهی کامل خزانه ژنی یک گیاه زراعی به ترتیب اولویت با در نظر گرفتن خزانه‌های ژنی اولیه، ثانویه و ثالثیه و امکان تلاقی پذیری با گیاه زراعی بوده و سعی می‌شود کل

1- Broad-based
2- Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS

پراکنش جغرافیایی گونه مورد نظر مورد پوشش قرار گیرد. اما با گذشت زمان و تهیه کلکسیون‌های گیاهی در بانک‌های ژن استراتژی‌های جمع‌آوری تغییر نموده و می تواند بعد از تجزیه و تحلیل های[1]مبتنی بر پوشش جغرافیایی ناقص، کمبود واریته‌ها یا توده‌های بومی،کامل نبودن خویشاوندان وحشی جنس، کمبود نمونه-های کلکسیون از نظر مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده، نمونه‌های در معرض تهدید و انقراض و همچنین جمع‌آوری بر اساس نیازهای بخش اجرا یا تحقیقاتی در صورت لزوم صورت پذیرد.

دستورالعمل‌های مورد استفاده در این بخش دستورالعمل و استانداردهای سازمان خواربار جهانی و موسسه بین‌المللی ذخائر توارثی[2] است که بر اساس نوع گیاهی که جمع‌آوری آن انجام می‌شود ممکن است تفاوت‌هایی در آن وجود داشته باشد. شناسایی اولیه در زمان جمع‌آوری انجام می‌شود و در صورت لزوم نمونه هرباریومی نیز در محل تهیه شده و به بانک ژن ارسال می‌شود. شناسایی دقیق‌تر بعد از ورود مواد ژنتیکی در بانک ژن در آزمایشگاه سیستماتیک صورت می پذیرد و در مواردی که شناسایی از روی بذر امکان پذیر نمی‌باشد، شناسایی همزمان با کشت به منظور احیا نمونه‌ها صورت می پذیرد.

در کشور ایران علاوه بر گونه زراعی نخود که پراکنش گسترده‌ای در کشور دارد، گونه‌های وحشی *C.anatiolicum*، *C.bijugum* ، *C. incisum* و *C. fedtschenokoi* نیز پراکنش داشته و برای گونه‌های *C.spirocaras*، *C.kermanens*، *C.tragacanthoides*، *C.stapfianum*، *C.chorassanicum*، *C.subaphyllum* و *C.oxyodon* نمونه‌های تیپ از ایران به ترتیب از اصفهان، کرمان، الموت، فارس، خراسان رضوی (سبزوار)، فارس و کوههای البرز گزارش شده است (Van der Measen *et al.*, 2007). لذا درماموریت‌های جمع‌آوری صورت گرفته در کشور هدف پوشش دهی کامل این پراکنش گونه‌ای بوده است.

1- Gap analysis
2- Bioversity international

در جمع‌آوری‌های انجام شده در بانک ژن برای گونه‌های وحشی نخود، جهان بین و همکاران (۱۳۷۸) در طی انجام پروژه بررسی، ارزیابی، شناسایی تاکسونومیکی گونه‌های مختلف جنس نخود در ایران در سال‌های ۱۳۷۸- ۱۳۷۴ از میان گونه‌های نخود وحشی که در ایران گسترش دارند هشت گونه، *C.spirocaras*، *C.kermanens*، *C.tragacanthoides*، *C.chorassanicum* ، *C.stapfianu* ، *C.anatiolicum*، *C.subaphyllum* و *C.oxyodon* را از مناطق مختلف جمع‌آوری نمودند. آنها گزارش نمودند که موفق به جمع‌آوری جمعیت‌های مختلفی از گونه‌های *C.oxyodon* و *C.anatolicum* با صفات مرفولوژیک قابل توجه و متفاوت با نمونه‌های قبلی از استان‌های مرکزی و همدان شدند. همچنین از استان‌های کرمانشاه، سمنان و خراسان زیرگونه *C.tragacathoides subsp. tragacaanthoides* و از استان لرستان زیرگونه *C.tragacanthoides subsp. turcamonicum* را جمع‌آوری نمودند. شکل ۷ تصویری از فرم بوته، شکل برگچه ها و گل نمونه وحشی نخود *Cicer oxyodon* در گلخانه و مزرعه بانک ژن گیاهی ملی ایران را نشان می‌دهد.

جوادی و رضایی (۱۳۷۸) نیز در طی اجرای پروژه جمع‌آوری، ارزیابی، شناسایی تاکسونومیک گونه‌های مختلف جنس نخود در ایران و برآورد روابط بین گونه‌ای به کشف یک رویشگاه جدید نخود برای گونه *C.tragacanthoides* در منطقه قطار زرشک شاهرود اشاره و گزارش نمودند موفق به جمع‌آوری نمونه نخود وحشی *Cicer kermanence* در بسیاری از نقاط استان کرمان شدند. این محققین اشاره داشتند که در اغلب ارتفاعات بیش از ۲۰۰۰ متر این استان این گونه مشاهده می‌گردد . همچنین به جمع‌آوری یک نمونه *Cicer spiroceras* در استان لرستان و شش نمونه *Cicer sabaphylum* و *Cicer stapiunm* در استان کهگیلویه و بویراحمد و سه نمونه گونه *C.anatolicum* در استان آذربایجان‌غربی شهرستان‌های تکاب و پیرانشهر اشاره نمودند.

شکل ۷- تصویری از فرم بوته، شکل برگچه ها و گل نمونه وحشی نخود *Cicer oxyodon* در گلخانه و مزرعه بانک ژن گیاهی ملی ایران

ارزیابی‌های عمومی و تخصصی صورت گرفته در کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران

جعفرآقایی و میرآخورلی (۱۳۸۲) تنوع ژنتیکی کلکسیون نخودهای بومی را طی سال‌های زراعی ۱۳۸۱- ۱۳۷۷ مورد بررسی قرار دادند. به این منظور آنها ۳۶۶ نمونه نخود تیپ کابلی و ۹۲۶ نمونه نخود تیپ دسی را به صورت آبی در کرج و به صورت دیم در کرمانشاه کشت نمودند. در طول فصل رشد از ۱۵ صفت مختلف مطابق دستورالعمل موسسه بین‌المللی ذخائر توارثی یادداشت برداری نمودند. نتایج بررسی‌های آنها نشان داد که تنوع بسیار زیادی در صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و صفات مربوط به بذر وجود دارد.

جعفرآقایی و همکاران (۱۳۹۱) در طی سالهای ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ تعداد ۱۲۴۶ نمونه از کلکسیون نخود کابلی بانک ژن گیاهی ملی ایران را در کرج و در کرمانشاه کشت و مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد نمونه‌های بررسی شده از تنوع ژنتیکی بالایی برای اغلب صفات مورد بررسی و از جمله اجزای عملکرد مانند تعداد نیام در بوته، تعداد بذر در

هر نیام و وزن صددانه برخوردار بودند که امکان کار برد این مواد را در برنامه‌های اصلاحی فراهم می‌سازد. اما میانگین وزن صددانه در میان نمونه‌های ایرانی اغلب پائین بوده و نمونه‌هایی نیز که دارای وزن صددانه بالاتری هستند از تعداد نیام در بوته کمی برخوردار بوده و دارای عملکرد اندکی هستند. آنها گزارش نمودند با توجه به اینکه وزن صددانه یکی از صفات کمی مهم در تولید نخودکابلی بوده و ارقام دارای وزن صددانه کم موردتوجه بازار مصرف قرار ندارند، توده‌های نخود کابلی ایرانی بررسی شده قابل معرفی مستقیم به کشاورزان نیستند، اما از پتانسیل ژنتیکی زیادی برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی برخوردار هستند.

پور اسماعیل و همکاران (۱۳۸۹) در ارزیابی تنوع صفات مورفولوژیک و شناسایی روابط آنها در کلکسیون هسته نخود کابلی موجود در بانک ژن ملی گیاهی ایران نشان دادند صفات تعداد بذر در هر نیام، وزن ۱۰۰ دانه و تعداد شاخه فرعی بیشترین تنوع فنوتیپی را میان صفات کمی و صفات تعداد برگچه در برگ، رنگ بذر، عادت رشد و بافت پوسته بیشترین تنوع صفات کیفی را دارا می‌باشند. مجموع این ارزیابی‌های عمومی صورت گرفته در کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران برای صفات ذکر شده در دیسکریپتورهای بین‌المللی نشان داد که دامنه تنوع قابل توجهی در این کلکسیون قابل مشاهده است، رنگدانه گیاه از سبز تا رنگدانه زیاد، عادت رشد از نیمه ایستاده، نیمه خوابیده و خوابیده، رنگ گل از ارغوانی، صورتی، سفید، پوشش دانه تنوع زیاد از سیاه، قهوه‌ای روشن و تیره، بژ، زرد و سبز، ارتفاع گیاه از ۱۶ تا ۴۰ سانتی متر، عرض گیاه از ۱۵ تا ۸۷ سانتی متر، روز تا گلدهی از ۳۵ تا ۸۹ روز، روز تا رسیدگی از ۸۰ تا ۱۲۷ روز، وزن صد دانه از ۶- ۳۷ گرم، شکل دانه از شکل‌های زاویه دار، سر گرد نامنظم و نخود فرنگی شکل، بافت دانه از نرم، سخت و غده‌ای متغیر می‌باشد .

داده‌های ارزیابی تخصصی اغلب شامل مقاومت به آفات و بیماری ها، تحمل تنش‌های غیرزیستی (تحمل سرما، تحمل خشکی و سایر موارد)، ارزیابی کیفیت و تولید دانه می‌باشد. افزودن این نوع اطلاعات به پایگاه داده بانک ژن، امکان شناسایی متمرکزتر

ژرم‌پلاسم‌ها را برای برآورده ساختن تقاضای کاربران فراهم می‌کند. شکل ۸ تنوع موجود بین نمونه‌های کلکسیون نخود برای بروز بیماری برق‌زدگی را نشان می‌دهد.

به‌منظور دستیابی به منابع ژنتیکی متحمل به سرما جعفرآقایی و همکاران (۱۳۸۶)، ۱۶۰۰ نمونه نخود کابلی کلکسیون بانک ژن را برای مقاومت به سرما در ایستگاه‌های جلگه رخ خراسان، اراک و اردبیل مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در ایستگاه جلگه رخ با بروز سرمای شدید زمستانه همه نمونه‌ها از بین رفتند؛ اما در دو ایستگاه دیگر با آغاز گرمای بهاره تعدادی از بوته‌ها شروع به رشد کردند. آن‌ها علت مقاومت گیاهان در ایستگاه اردبیل را به دلیل پوشش برف در روزهای خیلی سرد زمستان و علت مقاومت در اراک را عدم سبز شدن نمونه‌ها قبل از بروز سرما دانستند؛ و با توجه به واکنش بسیار متفاوت نمونه‌ها در ایستگاه‌ها و سال‌های مختلف اجرای آزمایش پیشنهاد نمودند که آزمایش‌های تحمل سرما ابتدا در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی صورت پذیرد.

صادق زاده اهری و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی ۳۰۰ توده بومی نخود بانک ژن ملی گیاهی ایران در کشت پائیزه و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه از نظر تحمل به سرما در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی (اتاقک سرما) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بررسی این محققین نشان داد که ۴ ژنوتیپ بومی به شماره‌های TN، ۰۴۴۳۰، ۴۳۲۲، ۴۸۸۵، ۴۹۸۸ به ترتیب با نسبت مقاومت به سرمای ۰/۶۴، ۰/۶۰، ۰/۵۹ و ۰/۵۸ از مقاومت بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی برخوردار بودند. نسبت مقاومت به سرمای رقم سارال در این بررسی ۰/۵۶ بود. این نتایج حاکی از وجود ژنوتیپ‌های مقاوم‌تر از رقم سارال در برابر سرما در بین توده‌های نخود بومی کشور است. وجود نمونه‌های ژنتیکی مقاوم‌تر از رقم سارال در برابر سرمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد نشان از قابلیت های منابع ژنتیکی نخود کشور برای دسترسی به ارقام مقاوم به سرما داشته و نشانگر اهمیت حفاظت و بهره‌برداری از آن‌ها در برنامه‌های اصلاح نخود در مناطق سردسیر دیم می‌باشد.

پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۸) با پیش فرض اینکه احتمال خوگیری و در نتیجه وجود صفات سازگاری در نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق سرد به دلیل عمل انتخاب طبیعی محیط در هر منطقه بیشتر می‌باشد به ارزیابی ۸۰۰ نمونه از نمونه‌های کلکسیون نخود تیپ دسی که از مناطق با ارتفاع بالاتر از ۱۲۰۰ متر از استان‌های کردستان، اردبیل، آذربایجان‌شرقی و غربی، زنجان، لرستان، همدان، مرکزی، خراسان جنوبی و کرمان جمع‌آوری شده پرداختند .به این منظور نمونه ها جهت غربال اولیه تحمل سرما در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه (در شرایطی که حداقل دمای مطلق زمستان برابر ۱۴/۵ -در جه سانتی‌گراد، تعداد روزهای زیر صفر در ماه‌های زمستان از ۲۳ تا ۲۸ روز متغیر بود و در اردیبهشت ماه نیز مصادف با حساس ترین مراحل رشدی گیاه به سرما بارش برف وجود داشت و دمای مطلق به ۴ -رسید و ۷ روز دمای زیر صفر وجود داشت) کشت شدند و در شرایطی که نمونه حساس ILC ۵۳۳ در آزمایش صد درصد از بین رفت ، گزارش کردند که تنوع زیادی از نظر تحمل سرما در نمونه‌های بانک ژن وجود دارد. به طوری که میزان بقای زمستانهٔ ژنوتیپ‌ها از صفر تا ۷۰ درصد متغییر بود .این امر نوید دهندهٔ امکان بهره گیری از پتانسیل این نمونه ها در برنامه‌های اصلاحی نخود دسی در مناطق سردسیر دیم کشور می‌باشد.

برخی از ارزیابی‌های تخصصی صورت گرفته در کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران در جدول ۶ خلاصه شده است. نتایج این ارزیابی ها ضرورت توجه بیشتر به این میراث ارزشمند ملی برای دستیابی به مواد پیش‌اصلاحی مناسب را روشن می سازد و امید می رود با توجه به چالش پیش روی تولید و اهمیت استفاده از منابع ژنتیکی بومی به عنوان یکی از مناسب ترین روش‌های مقابله توجه بیشتری به این منابع ارزشمند شده و از ظرفیت‌های بالقوه آنها برای دستیابی به کشاورزی پایدار بهره گیری شود.

جدول ٦- ارزیابی‌های تخصصی انجام شده در کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران

صفت مورد ارزیابی	گونه مورد بررسی	منبع
	گونه *C. arietinum*/ تیپ کابلی	پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۶،۱۳۸۸، ۲۰۱۲b، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵)
تحمل تنش خشکی	گونه *C. arietinum*/ تیپ دسی	پوراسماعیل و زهراوی (۱۳۹۶) و وند کریمی و همکاران (۱۳۹۴)
	گونه‌های *Cicer reticulatum*، *C. echinospermum* و *C. juduicum*	پوراسماعیل و همکاران (۲۰۱۲a)
تحمل به شوری	گونه *C. arietinum*/ تیپ کابلی	معصومه پور اسماعیل و الهه والیانی (۱۳۹۰) و پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۳)
سازگاری با کشت دیم	گونه *C. arietinum*/ تیپ کابلی	پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۶ و ۲۰۱۸)
صفات کیفی	گونه‌های *Cicer reticulatum*، *C. echinospermum*، *C. bijigum* و *C. arietinum*	مفاخری و همکاران (۱۳۹۹)
تحمل سرما	گونه *C. arietinum*/ تیپ کابلی	صادق زاده اهری و همکاران ۱۳۹۵)، جعفرآقایی و همکاران (۱۳۸۶)
	گونه *C. arietinum*/ تیپ دسی	پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۸)
مقاومت به برق‌زدگی	گونه *C. arietinum*/ تیپ کابلی	نجفی و همکاران (۱۳۸۸)، وفائی و همکاران (۱۳۹۶)، پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۵) و مظفری و همکاران (۱۳۸۷)
مقاومت به فوزاریوم	گونه *C. arietinum*/ تیپ کابلی	پوراسماعیل و همکاران (۱۳۹۵)

دستیابی به داده‌های ارزیابی تخصصی برای بانک‌های ژن بسیار وقت گیر و اغلب گران‌تر از دستیابی به داده‌های توصیفی است. از این‌رو این ارزیابی‌ها برای نمونه‌های ژنتیکی که از ویژگی برجسته‌ای برخوردار هستند در اولویت قرار می‌گیرد (FAO, 2014). این در حالی است که درسالهای اخیر به دلیل تأکید بر حفظ و نگهداری منابع ژنتیکی

شکل ۸- تنوع موجود بین نمونه‌های کلکسیون نخود برای بروز اتفاقی بیماری برق‌زدگی در مزرعه

کلکسیون‌های بسیار بزرگی از ژرم‌پلاسم گیاهی گردآوری و نگهداری می‌شوند که این تنوع در دسترس نیز به صورت کامل مورد ارزیابی قرار نگرفته است. ارزیابی این کلکسیون‌های بزرگ فقط برای ویژگی‌هایی که به‌راحتی اندازه‌گیری‌شده و اثر متقابل بین ژنوتیپ ومحیط رانشان نمی‌دهند امکان‌پذیراست. این مسئله در واقع علت اصلی پیشنهاد تشکیل کلکسیون هسته توسط فرانکل و براون (Frankel and Brown,1984) برای ارزیابی ژرم‌پلاسم به‌منظور مدیریت بهتر کلکسیون‌های بزرگ بوده است. براون (Brown,1989) استدلال کردکه نمونه‌های تشکیل‌دهنده کلکسیون هسته باید تقریبا معادل ۱۰٪ کل کلکسیون با سقف ۳۰۰۰ نمونه در هرگونه باشد. این سطح نمونه‌برداری در حفظ

۷۰٪ آلل‌های کلکسیون اصلی موثر است. مسئله دوم درجه تشابه و همانندی ژنتیکی در میان نمونه‌ها و تعیین گروه‌هایی در کلکسیون اصلی می‌باشد.گروه‌بندی با گروه‌های تاگزونومیکی (گونه، زیرگونه و نژاد) شروع می‌شود و سپس به‌وسیله تخصیص نمونه‌ها به گروه‌های جغرافیایی اصلی (کشور، استان)، آب وهوا و نواحی اگرواکولوژیکی دنبال می‌شود . تعداد نمونه‌هایی که از هرخوشه انتخاب می‌شوند به استراتژی به‌کار گرفته شده بستگی دارد.

کلکسیون هسته می‌تواند به صورت گسترده مورد ارزیابی قرار گیرد و اطلاعات به‌دست آمده ازآن امکان تخمین تنوع ژنتیکی برای ویژگی‌های مهم را فراهم می‌کند وعلاوه براین نشان می‌دهد که کدام خوشه باید برای ویژگی‌های خاص مورد نظر بیشتر مورد بررسی قرار گیرد (Upadhyaya *et al*., 2001). بنابراین استفاده از روش کلکسیون هسته، یک رویکرد دو مرحله‌ای است. مرحله اول شامل بررسی همه نمونه‌های کلکسیون هسته برای صفت مورد نظر است. سپس این اطلاعات برای تعیین اینکه کدام خوشه از نمونه‌ها در کلکسیون اصلی باید در مرحله دوم مورد ارزیابی قرار گیرند، به‌کارگرفته می‌شود و نمونه‌هایی که با ژنوتیپ‌های منتخب از کلکسیون هسته در تجزیه خوشه ای اولیه برای تشکیل کلکسیون هسته در یک گروه قرار گرفتند با این پیش فرض که از نظر آماری میزان موفقیت در دستیابی به نمونه‌های مورد نظر در این خوشه‌ها در مقایسه با بقیه با احتمال بالا میسر است باید مورد توجه قرار گیرند (Holbrook and Dong, 2005).

بنابراین ایجاد کلکسیون‌های هسته و هسته کوچک مدخلی برای استفاده از تنوع ژنتیکی در اصلاح نبات است. مثال‌هایی از این دست شامل تشکیل کلکسیون هسته نخود متشکل از ۱۹۵۶ نمونه از ۱۶۹۹۱ نمونه کلکسیون جهانی ایکریست با کاربرد اطلاعات شناسنامه‌ای و ارزیابی عمومی و تخصصی بر مبنای هفت صفت مورفولوژیکی و ۱۵ صفت آگرونومیکی است (Upadhyaya *et al*., 2001). این کلکسیون هسته متشکل از ۱۴۶۵ نمونه تیپ دسی، ۴۳۳ نمونه تیپ کابلی و ۵۸ نمونه تیپ حدواسط است. با ارزیابی صفات آگرونومیکی و کیفیت دانه کلکسیون هسته و انتخاب ده درصد نمونه‌ها از آن کلکسیون

هسته کوچک متشکل از ۲۱۱ نمونه ژنتیکی که نماینده تنوع ۱۶۰۰۰ نمونه ژنتیکی می‌باشد تشکیل شد (Upadhyaya and Ortiz, 2001). به صورت مشابه کلکسیون هسته متشکل از ۵۰۵ نمونه از ۳۳۵۰ نمونه نخود موجود در بانک ژن آمریکا [1] ساخته شد (Hannan *et al.*, 1994). اخیرا کلکسیون هسته متشکل از ۱۵۸ نمونه برای ژرم‌پلاسم نخود اتیوپی تشکیل شد (Kibret, 2011).

در بانک ژن گیاهی ملی ایران، برای تهیه کلکسیون هسته در میان نمونه‌های نخود کابلی، ارزیابی‌های مورفولوژیکی و زراعی انجام شده بر روی ۱۶۱۴ نمونه ژنتیکی موجود در کلکسیون نخود کابلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت ۱۳۶۷ نمونه که همگی برای ۱۸ صفت مورفولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفته بودند به روش Ward و معیار فاصله مربع اقلیدسی تجزیه خوشه‌ای شدند. تجزیه خوشه‌ای در کم‌ترین فاصله نمونه‌ها را به ۲۴ خوشه مختلف گروه‌بندی نمود. سپس از هر یک از خوشه‌ها حدود ۵ ٪ نمونه ها به طور تصادفی انتخاب شد. تعداد نمونه‌های انتخابی هر خوشه به سمت عدد بزرگتر گرد شده و برای اطمینان از حضور همه خوشه‌ها در میان نمونه‌های انتخابی یک نمونه اضافی نیز از همه خوشه‌ها به تصادف انتخاب گردید. به این ترتیب از کل کلکسیون در مجموع ۱۰۵ نمونه تحت عنوان کلکسیون هسته نخود کابلی انتخاب گردید. ارزیابی مجدد صفات در این کلکسیون هسته نشان داد که تنوع مشاهد شده در نمونه‌های انتخاب شده نیز به شدت به تنوع مشاهده شده در کلکسیون اصلی نزدیک بوده و برای هیچکدام از صفات حتی در سطح ۵٪ هم تفاوتی میان نمونه‌های انتخابی وکلکسیون اصلی مشاهده نشد و لذا با اطمینان می‌توان نمونه‌های انتخابی را به عنوان یک نمونه تصادفی از کلکسیون اصلی در آزمایشات به‌کار برد (مظفری و همکاران،۱۳۸۷).

آرکاک و همکاران (Archaka *et al.*, 2016) با کاربرد هشت صفت کمی و دوازده صفت کیفی از ۱۴۶۵۱ نمونه کلکسیون نخود بانک ژن ملی هند که ۱۱۰۰۰ نمونه آن را

1-United States Department of Agriculture; USDA

نمونه‌های نخود تیپ دسی تشکیل می داد یک کلکسیون هسته متشکل از ۱۱۰۳ نمونه تشکیل دادند که ۸۷/۴ درصد آن را نمونه‌های تیپ دسی تشکیل داده و نماینده تنوع در دسترس کلکسیون نخود تیپ دسی محسوب می‌شود. اخیرا یک کلکسیون مرکب متشکل از ۱۹۵۶ نمونه کلکسیون هسته ایکریست، ۷۰۹ نمونه زراعی ایکاردا، ۳۹ رقم و لاین اصلاحی پیشرفته و ۲۴۱ نمونه دارای ویژگی‌های خاص (نظیر مقاومت نسبت به تنش‌های زنده و غیرزنده، زودرسی، غلاف‌های چند دانه‌ای، وجود دو غلاف در خوشه، سایز درشت دانه، درصد بالای پروتئین) و بیست گونه وحشی از گونه‌های *C. reticulatum* و *C. echinospermum* تشکیل و با کاربرد ۴۸ مارکر SSR یک مجموعه مرجع ژنتیکی متشکل از ۳۰۰ نمونه ژنتیکی برای کاربرد تنوع در برنامه‌های ژنتیکی و اصلاحی نخود تشکیل شد (Upadhyaya *et al*., 2008).

نیازهای حفاظتی کلکسیون‌های نخود

شرایط ذخیره‌سازی مناسب بذر

حفظ و نگهداری ژرم‌پلاسم یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین وظایف بانک‌های ژن می‌باشد. بذوری که به بانک‌های ژن وارد می‌شوند باید برای استفاده محققین در دراز مدت کاملا سالم و زیستا حفظ و نگهداری شوند تا هم از فرسایش ژنتیکی در درون بانک‌های ژن جلوگیری شود و هم تمامیت و یکپارچگی ژنتیکی این نمونه ها با گذشت زمان دچار تغییر نشود (Kameswara and Bramel, 2000). اگرچه بذر گونه‌های مختلف از نظر طول عمر با یکدیگر تفاوت دارند اما قدرت حیات بذر در طول ذخیره‌سازی تابعی از قدرت حیات اولیه، رطوبت بذر و دمای ذخیره‌سازی است. قدرت حیات اولیه خود علاوه بر ویژگی های ژنتیکی گیاه، تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله تغذیه گیاه مادری، شرایط محیطی، زمان و روش برداشت، بلوغ فیزیولوژیکی توده بذری، شرایط خشک شدن و فرآوری، دما و رطوبت و شرایط قبل از ذخیره‌سازی قرار دارد (Yadav *et al*., 2007).

ذخیره‌سازی بذر نخود شرایط ویژه‌ای دارد، بذرهای گیاه نخود در شرایط دمایی ۴ درجه سانتی‌گراد نهایتا ۴- ۵ سال قادر به حفظ قدرت حیات می‌باشند

(Brink and Belay, 2006). برای ذخیره‌سازی کوتاه‌مدت (حداکثر تا ۹ ماه) می توان بذرها را در شرایط دمای ۳۰ در جه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰٪ یا دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰٪ نگهداری نمود. برای نگهداری میان مدت در برنامه‌های تولید و تکثیر بذر (حداکثر برای ۱۸ ماه) شرایط ذخیره‌سازی دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰٪ و رطوبت بذر ۹-۱۰ ٪، دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰٪ و رطوبت بذر ۱۰-۱۲ ٪ یا دمای ۱۰ در جه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰٪ و رطوبت بذر ۱۲-۱۴ ٪ توصیه شده است. برای نگهداری طولانی (۴-۶ سال) شرایط ذخیره‌سازی دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۵٪ و رطوبت بذر ۹/۵-۱۰/۵ ٪ توصیه می‌شود. برای ذخیره‌سازی برای مدت زمان بیشتر دمای۱۸- تا ۲۰ - درجه سانتی‌گراد و محتوای رطوبت بذر ۳-۷ ٪ توسط سازمان خواربار جهانی توصیه شده است. در حالی‌که در چنین شرایطی در گیاهان با دانه‌های نشاسته‌ای باید محتوای رطوبت دانه ۱۰-۱۵ ٪ و برای گیاهان با دانه‌های روغنی ۲۰-۲۵ ٪ در نظر گرفته شود (Gastel *et al*., 2007).

در استانداردهای حفاظت منابع ژنتیکی دو شرایط،کلکسیون‌های فعال و پایه، برای نگهداری منابع ژنتیکی ذکر گردیده است. کلکسیون فعال، کلکسیونی «مرکب از نمونه های ژنتیکی» که مستقیماً به منظور توزیع، تکثیر و استفاده در دسترس قرار می‌گیرند. این کلکسیون ها معمولاً در شرایط دمائی بالای صفر نگهداری می‌شوند. نگهداری بذرها در کلکسیون پایه با هدف حفظ تمامیت ژنتیکی نمونه‌های بذر همانطور که در ابتدا دریافت شده‌اند و فراهم سازی امکان حفظ طولانی مدت تنوع ژنتیکی و همچنین برای دوباره جایگزین نمودن ذخیره‌های بذری در کلکسیون فعال پس از چهارمین سیکل احیا انجام می‌شود. باید توجه داشت که باز کردن و بستن مجدد بسته‌های نگهداری شده در شرایط کلکسیون پایه به منظور برداشتن و یا جایگزین نمودن بذر باید در اتاق خشک کن در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۵٪ صورت پذیرد . بذر موجود در کلکسیون فعال با توجه به قدرت حیات اولیه بذر، خشک شدن مناسب بذر و جایگزینی فوری در شرایط ذخیره‌سازی فعال، احتمالاً حداقل ۲۰ سال قدرت حیات بالا خواهد داشت. از

این‌رو بهینه سازی شرایط ذخیره‌سازی ابزاری ارزان و کارآمد برای افزایش طول عمر بذر است، که موجب افزایش طول بازه‌های زمانی احیا و کاهش هزینه‌های سالانه برای ارزیابی سطح بالایی از زنده ماندن بذر در مجموعه‌های فعال می‌شود (Yadav *et al*., 2007).

در ایکریست برای حفاظت نمونه‌های نخود دو سیستم وجود دارد . دانه ها به سطح رطوبت ۱± ۵ رسانده شده و سپس درکلکسیون فعال در شرایط ذخیره‌سازی میان مدت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۲۰-۳۰ درصد در ظروف آلومینیومی با درب‌های پیچی و واشرهای پلاستیکی نگهداری می‌شوند و در شرایط پایه برای ذخیره‌سازی طولانی مدت در دمای ۲۰- در جه سانتی‌گراد پس از وکیوم کردن در فویل‌های آلومینیومی نگهداری می‌شوند. برای حفاظت میان مدت ۳۵۰ گرم بذر و برای حفاظت طولانی مدت ۲۰۰۰-۳۰۰۰ بذر ذخیره‌سازی می‌شود (Sharma *et al*., 2013a). در ایکاردا تعداد ۱۰۰۰ عدد بذر در کلکسیون فعال و ۱۲۰۰ عدد بذر در کلکسیون پایه نگهداری می‌شود (Sharma *et al*., 2013a).

نمونه ها در ایکاردا در کلکسیون فعال در ظروف پلاستیکی در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۵-۲۰ درصد نگهداری می‌شود و در کلکسیون پایه در پاکت‌های آلومینیومی در دمای ۱۸- نگهداری می‌شوند (شکل ۹). در بانک ژن موسسه تحقیقات ژنتیک گیاهی و گیاهان زراعی آلمان[1] نمونه ها در دمای ۱۸-درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۵ درصد در شرایط طولانی مدت نگهداری می‌شوند کلکسیون فعال درون ظروف شیشه‌ای نگهداری شده و کلکسیون پایه در پاکت‌های آلومینیومی وکیوم شده برای دو سیکل احیا نگهداری می‌شود (شکل ۱۰). برای نگهداری در سردخانه‌های فعال در هر شیشه یک عدد سیلیکا ژل قرار داده می‌شود.

1-Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Researc; IPK

شکل ۹- تصویری از قفسه ها، ظروف پلاستیکی و پاکت‌های آلومینیومی وکیوم شده برای نگهداری نمونه ها در سردخانه‌های فعال و پایه در بانک ژن ایکاردا

شکل ۱۰- تصویری از قفسه ها، ظروف شیشه‌ای و پاکت‌های آلومینیومی وکیوم شده برای نگهداری نمونه ها در سردخانه‌های فعال و پایه در بانک ژن IPK

ملاحظات احیا

احیا یک عملیات کلیدی و مسئولیت جدایی ناپذیر از هر بانک ژنی است که بذور گیاهان ارتدوکس را نگهداری می‌کند. احیا فرآیندی است که برای افزایش مقدار بذر ذخیره شده در بانک ژن و یا برای افزایش قدرت حیات بذرها تا حد و یا بالاتر از سطح حداقل مورد توافق، تحت عنوان آستانه احیا، صورت می‌گیرد. یک نمونه زمانی احیا می‌گردد که یا مقدار بذر کافی(۱۵۰۰ بذر برای گونه‌های خودگشن) برای ذخیره‌سازی طولانی مدت نداشته باشد و یا قدرت حیاتش به زیر آستانه احیا (زیر ۸۵ درصد قدرت حیات اولیه بذرهای ذخیره شده) کاهش یابد (FAO, 2014).

از آنجایی که احیا، فعالیتی است که ترکیب ژنتیکی یک نمونه و تمامیت ژنتیکی آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد دقت و مراقبت زیادی را می‌طلبد و به طورکلی باید دقت کرد که تعداد سیکل‌های احیا تا حد ممکن کم باشد. برای این منظور باید فرایند احیا و شرایط نگهداری پس از آن بهینه باشد تا کم‌ترین آسیب به نمونه‌ها وارد شده و لذا تعداد سیکل‌های احیا کاهش یابد. علاوه بر این باید برای توزیع و مبادله بذر حداقل تعداد بذر مد نظر قرار گیرد تا تعداد سیکل‌های احیا کاهش یابد و زمانی که مشخص است یک نمونه ژنتیکی تقاضای بیشتری دارد بهتر است با ورود تعداد بیشتری بوته در هر سیکل احیا تعداد سیکل‌های احیا لازم به حداقل برسد (Humeid *et al.*, 1998 و FAO, 2014).

از آنجایی که نخود یک گیاه خودگشن است احیا آن در مزرعه بدون در نظر گرفتن ملاحظات خاصی در خصوص گرده افشانی صورت می‌گیرد. نمونه‌های ژنتیکی به صورت طبیعی تحت شرایط آبی احیا می‌شوند. برای به حداقل رساندن فرسایش ژنتیکی در طول احیا باید تعداد کافی گیاه از هر نمونه ژنتیکی رشد داده شود و از این‌رو سایز پلات ها به اندازه کافی بزرگ در نظر گرفته می‌شود تا از تولید دانه کافی برای جایگزینی در کلکسیون‌های فعال و پایه اطمینان حاصل شود. در مورد گیاه نخود این تعداد بسته به مقدار بذر مورد نیاز تعیین می‌شود اما برای کاهش تعداد سیکل‌های احیا معمولا با تعداد بیشتری دانه صورت می‌گیرد. در زمانی که نمونه برای اولین بار وارد بانک ژن شده باشد ۸۰

درصد نمونه برای احیا ارسال می‌گردد تا تاحد ممکن نمونه حاصل از احیا نماینده نمونه اصلی بوده و از رانش ژنتیکی ممانعت گردد. برای افزایش مقدار بذر در هر سیکل احیا در ایکاردا چهار ردیف به طول ۴ متر و با کاربرد ۲۴۰ عدد بذر برای احیا استفاده می‌شود و بسته به گونه فاصله پلات‌ها ۱ تا ۱/۵ متر در نظر گرفته می‌شود. در ایکریست حداقل ۸۰ بوته باید برای احیا هر نمونه ژنتیکی مدنظر قرار گیرد. برای احیا معمولا از روش بالک استفاده می‌شود این روش مدیریت فرآیندها با توجه به محدودیت تجهیزات را امکان پذیر می سازد. مقدار بذر لازم برای ذخیره‌سازی نیز از کل نمونه برداشت شده از پلات پس از کوبیده شدن و تمیز شدن برداشته می‌شود (Humeid *et al*., 1998).

بر اساس استاندارد موسسه بین‌المللی ذخائر ژنتیکی پایش قوه نامیه کلکسیون‌های فعال در فواصل ۵ ساله انجام می‌شود و احیا زمانی انجام می‌شود که قوه نامیه به زیر ۸۵ درصد قوه نامیه اولیه کاهش پیدا کرده و یا تعداد بذرهای نمونه ژنتیکی به زیر ۱۵۰۰ دانه کاهش پیدا کند. در ایکریست نمونه‌هایی که جوانه زنی آنها زیر ۷۵ درصد باشد یا از نظر کمیت کمتر از ۱۰۰ گرم باشند در اولویت احیا قرار می‌گیرند و احیا نمونه‌هایی که قوه نامیه پایینی دارند در مقایسه با آنهایی که مقدار بذر کمتری دارند در اولویت بیشتری قرار دارد (Stenhouse and Rao, 1998).

کشت نخود به منظور احیا به صورت دستی و یا مکانیزه قابل انجام است اما باید دقت شود که از خطاهای انسانی و یا اختلاط ماشینی اجتناب شود. برداشت نیز به صورت دستی انجام می‌شود اما کوبیدن توسط ماشین قابل انجام است. با برداشت به موقع و بی‌درنگ هنگام رسیدن، زوال کیفیت بذر قبل از ذخیره‌سازی به حداقل می‌رسد (Stenhouse and Rao, 1998). در صورت تاخیر در برداشت نخود در ماه‌های گرم خسارت دمای بالا حادث می‌شود. این امر تأخیر در رسیدگی محصول می تواند به واسطه حساسیت برخی نمونه‌های ژنتیکی به فتوپریود رخ دهد. به همین ترتیب، تاخیر بی‌دلیل در کارهای پس از برداشت محصول،به‌ویژه خشک شدن منجر به قرار گرفتن بذر در دمای بالا و کاهش زیستایی بذر شود. خشک شدن بیش از حد، ممکن است باعث ایجاد مشکلاتی مانند ترک

و پارگی پوسته بذر و شکستن بذر در هنگام کوبیدن شود. لذا از خشک شدن بیش از حد بذر قبل از کوبیدن باید خودداری شود. از این‌رو توصیه می‌شود بذرها در رطوبت ۱۵ درصد و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد برای جلوگیری از تاثیرات مخرب خشک شدن قبل از کوبیدن نگهداری شوند(Kameswara Rao and Sastry, 1998).

فشار بیماری ها همچنین می‌تواند برای احیا و تکثیر بذر نخود مشکلاتی را ایجاد کند. از این‌رو ضرورت دارد سلامت گیاهان در طول فرآیند احیا تحت نظارت و پایش قرار گیرد. در خصوص گیاه نخود باید مزارع از آلودگی به بیماری‌های خاکزاد که ژرم‌پلاسم‌ها حساسیت زیادی به آنها دارند مراقبت شود. فشار بیماری همچنین می تواند منجر به تغییر ریخته ژنتیکی ژرم‌پلاسم‌ها شود. هر گونه گیاه آلوده از پلات ها حذف شده و از بین می‌رود. به طور مشابه، گیاهان بیمار قبل از برداشت محصول از سایر محصولات زراعی جدا می‌شوند تا از جمع‌آوری بذر سالم اطمینان حاصل شود. بخش زیادی از مجموعه ژرم‌پلاسم این گیاه نسبت به بیماری‌های خاکزاد از جمله پژمردگی فوزاریومی حساس هستندکه می‌تواند منجر به عدم موفقیت بعضی از نمونه های ژنتیکی در تولید بذر شود. پژمردگی فوزاریومی عمده‌ترین محدودیت بر روی رشد نخود در زمان احیا است و برای برطرف‌کردن این مشکل، احیا نخودهای زراعی معمولا در زمینی که سولاریزه شده انجام می‌شود. سولاریزیشن فرآیند گرمادهی به خاک با پوشاندن یک پوشش پلی‌اتیلنی در تابستان داغ برای کنترل بیماری‌های خاکزاد است. سولاریزیشن حداقل شش هفته در گرم ترین زمان سال انجام می‌شود (Stenhouse and Rao, 1998).

نیاز دمایی برای رشد نخود در مراحل مختلف رشد متفاوت است، اما حداکثر دمای بهینه ۲۱-۲۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای بهینه ۱۵-۲۱ درجه سانتی‌گراد عنوان شده است(Imtiaz *et al.*, 2011). باسو و همکاران (Basu *et al.*, 2009) اشاره نمودند که مقاومت برگی نخود در دماهای بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از اجزاء تولیدمثلی است. دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در مرحله تشکیل غلاف، موجب کاهش باروری غلاف، تشکیل دانه و عملکرد دانه می‌شود(Wang *et al.*, 2006).

احیا نمونه‌های ژنتیکی گونه‌های وحشی که نیاز به طول روز طولانی و هوای خنک دارد معمولا در گلخانه و در شرایط کنترل شده انجام می‌شود و گیاهان در شروع گلدهی کیسه‌گذاری می‌شوند(Stenhouse and Rao, 1998).

تکرار امنیتی

بانک‌های ژن در برابر بسیاری از مشکلات که می‌تواند مجموعه‌های آنها را به خطر اندازد از جمله مدیریت ضعیف، کمبود بودجه، خرابی تجهیزات، بلایای طبیعی، کشمکش‌های داخلی و جنگ و فعالیت‌های تروریسمی آسیب پذیر هستند. از این‌رو برای هر نمونه ژنتیکی بانک ژن ضرورت دارد یک تکرار امنیتی در یک مکان جغرافیایی با فاصله از بانک ژن محل نگهداری نمونه و با شرایطی مشابه و یا بهتر از بانک ژن اصلی وجود داشته باشد و موقعیت این تکرار امنیتی باید طوری انتخاب شود که هر گونه ریسک احتمالی به حداقل برسد و برای به حداقل رساندن ریسک‌هایی که ممکن است هر کشوری را تهدید کند به صورت ایده آل تکرار امنیتی باید در خارج از هر کشور در نظر گرفته شود(Westengen *et al*., 2013).

جدول ۷ وضعیت تکرار امنیتی را برای کلکسیون‌های مختلف نخود در جهان نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود بسیاری از کلکسیون‌های مهم تکرار امنیتی ندارند و از این نظر در ریسک قرار دارند. به عنوان مثال برای حجم عظیمی از نمونه‌های ژنتیکی به ویژه نمونه‌های استرالیا، پاکستان، ترکیه، اکراین، پرتقال، اتیوپی و نپال تکرار امنیتی وجود ندارد. این در حالی است که در کارگاهی که در حلب کشور سوریه برگزار شده بود این توافق حاصل شد که همه نمونه‌های ژنتیکی منحصر به فرد باید در یکی از بانک‌های ژنی که استانداردهای حفاظت بین‌المللی را رعایت می نمایند هم به منظور حفاظت و هم به منظور توزیع به صورت ایده آل در یک کشور ثانوی نگهداری شوند و برای افزایش میزان دسترسی این تکرار امنیتی نباید شرایط خاص داشته باشد به عبارتی نباید به صورت جعبه

سیاه[1] باشد. به عنوان مثال نسخه پشتیبان ۴۸۵۱ نمونه ژنتیکی نخود ایکاردا در ایکریست نگهداری می‌شود. به طور کلی در میان نمونه‌های ژنتیکی نخود کمتر از ۶۰٪ دارای تکرار امنیتی در کشور ثانوی هستند. تکرار امنیتی شرایط خاصی را می‌طلبد و این واقعیت که یک نمونه ژنتیکی در یک کلکسیون دیگر وجود دارد دلالت نمی‌کند بر اینکه آن نمونه ژنتیکی دارای تکرار امنیتی در شرایط حفاظت بلند مدت است، علاوه بر این، توافق وجود دارد که علاوه بر تکرار امنیتی نرمال در یک بانک ژن متعارف، سطح ثانویه‌ای برای تکرار امنیتی نیز مورد نیاز می‌باشد (GCDT, 2008).

سوالبارد نروژ در موقعیت بسیار مناسبی برای چنین سطح ثانویه‌ای از حفاظت می‌باشد. این مجمع الجزایر در اقیانوس منجمد شمالی و در ۶۰۰ کیلومتری شمال نروژ واقع شده است. خزانه جهانی بذر سوالبارد که به سردابه بذر روز قیامت مشهور شده است با هدف حفظ و حراست از گونه‌های گیاهی جهان از ناپایداری‌های اقلیمی، بحران‌های سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی تاسیس شده است. سوالبارد به دلایل طبیعی، سیاسی، امنیتی مکانی بی‌نظیر و مناسب برای تأسیسات بین‌المللی تکرار ایمنی است: ۱) لایه‌های منجمد دائمی اعماق زمین حتی در موارد خرابی تجهیزات خنک کننده نوعی دمای انجماد طبیعی را برای حفاظت بذرها فراهم می سازد. در زمستان میانگین دمای هوا به ۱۲ درجه سانتی‌گراد زیر صفر می‌رسد و دمای این منطقه به طور طبیعی هیچ‌گاه از سه تا پنج درجه سانتی‌گراد تجاوز نمی‌کند. حتی در صورتی که برق منابع محلی از کار بیفتد، شرایط طبیعی دمای زیر صفر درجه فارنهایت در این انبار یخی، سرمای کافی را برای بقاء بذرهای گیاهان به مدت طولانی تضمین می‌نماید.

1- Black- box

جدول ۷- وضعیت تکرار امنیتی کلکسیون‌های اصلی جنس نخود در بانک‌های ژن مختلف

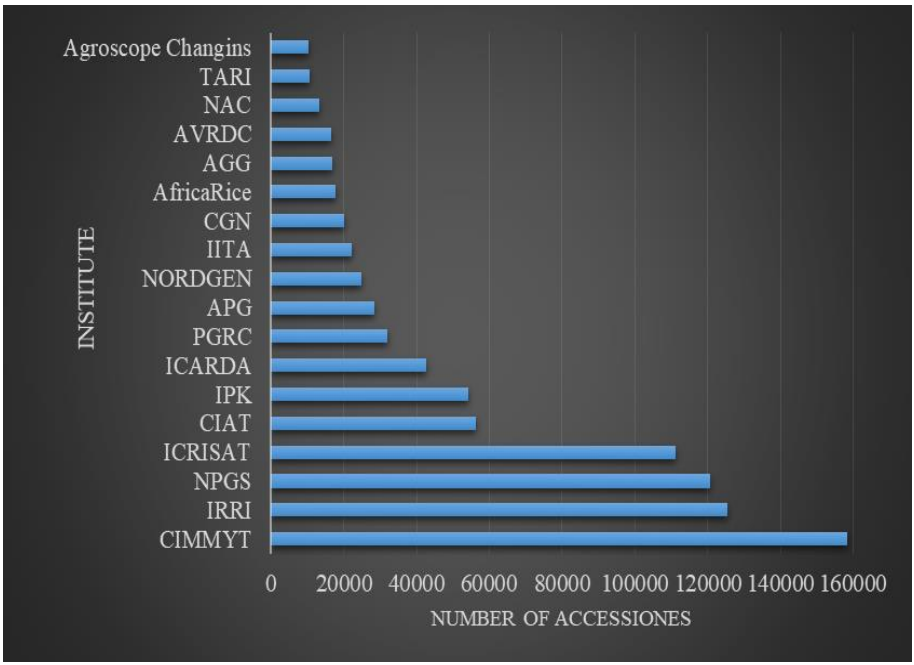
کشور	بانک ژن / موسسه	نمونه‌های دارای تکرار امنیتی (٪)	موقعیت مکانی تکرار امنیتی
بانک ژن جهانی	International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT)	۱۰۰	ICARDA
بانک ژن جهانی	International Centre for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA)	۱۰۰	CIMMIT/ICRISAT
کانادا	Agriculture and Agri-Food Canada	۱۰۰	USDA/ICRISAT/ICARDA/IPK
مجارستان	Institute for Agro Botany (RCA)	۱۰۰	داخل کشور
هند	National Bureau of Plant Genetic Resources (NBPGR)	۰	بخش اعظم نمونه ها از ایکاردا و ایکریست گرفته شده است.
پاکستان	Plant Genetic Resources Institute (PGRP)	۵۸	ICRISAT/IBPGR
روسیه	N.I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry (VIR)	۸۵	۸۵ درصد داخل کشور و ۴۰ درصد ICARDA
اسپانیا	Instituto Andaluz de Investigacion Agroalimentaria y Pesquera, Centro de Investigacion y Formacion Agroalimentaria Cordoba	۱۰۰	Nordic genebank
ترکیه	Plant Genetic Resources Department (AARI)	۱۰	در داخل کشور و ICARDA
اکراین	Institute of Plant Production n.a. V.Y. Yurjev of UAAS	۶۱	VIR/ICRISAT/ICARDA
آمریکا	Western Regional Plant Introduction Station, USDA-ARS	۷۰	در داخل کشور

۲) سوالبارد ترکیبی منحصر به فرد از دوری و قابلیت دسترسی را فراهم می‌کند به طوری که قرار گرفتن این منطقه در نقطه‌ای دور دست نزدیک به قطب شمال این مکان را

از خطرات انسانی ایمن می سازد اما در عین حال امکان حمل بذر در داخل و خارج فراهم است. ۳) اوضاع سیاسی پایدار است و فعالیت‌های نظامی طبق شرایط معاهده بین‌المللی سوالبارد ممنوع است و این منطقه از نظر سیاسی نیز دارای استقلال و بی طرفی لازم برای ایجاد محیط امن و دور از اغتشاشات اجتماعی و نظامی است. ۴) قرار گرفتن در داخل یک کوه امنیت این مکان را افزایش داده و منطقه از نظر زمین‌شناسی پایدار است و دارای سطح تابش کم است و در بدترین شرایط گرم شدن کره‌زمین، به طور طبیعی یخ اطراف این خزانه برای مدت دویست سال باقی خواهد ماند و از طرفی به علت ارتفاع ۱۳۰ متری آن از سطح آب، حتی در صورت ذوب شدن یخ‌های قطبی، در معرض خطر قرار نخواهد گرفت. ۵) نروژ اعتماد لازم به اقدامات بین‌المللی در زمینه حفاظت از منابع ژنتیکی گیاهی غذا و کشاورزی را دارد (Westengen *et al.*, 2013).

در حال حاضر ۷۶ موسسه و بانک ژن در جهان بذر برای سوالبارد ارسال کرده‌اند. شکل ۱۱ بانک‌های ژنی که بیش از ده هزار نمونه ژنتیکی به سوالبارد ارسال نموده‌اند را نشان می‌دهد. در مجموع ۹۱۲۶۸۶ نمونه ژنتیکی متشکل از ۳۴۴۳ گونه جمع‌آوری شده از ۹۸ کشور مختلف به سوالبارد ارسال شده است. این تعداد از ۲ نمونه ژنتیکی ارسالی از بانک ژن لمباردی دانشگاه پاویا[1] تا ۱۵۸۲۱۸ نمونه ارسال شده از سیمیت متغیر است.

1- Lombardy Seed Bank, Botanical Garden, University of Pavia



شکل ۱۱- بانک‌های ژنی که بیش از ده هزار نمونه ژنتیکی به سوالبارد ارسال نموده‌اند

جدول ۸ - تعداد بانک‌های ژن و تعداد نمونه‌های ژنتیکی گونه‌های مختلف نخود ارسال شده به سوالبارد

گونه	تعداد بانک‌های ژن ارسال کننده	تعداد نمونه ژنتیکی ارسال شده
Cicer arietinum	۱۳	۲۵۷۱۲
Cicer rotundum	۱	۳
Cicer bijugum	۱	۲
Cicer cuneatum	۲	۳
Cicer echinospermum	۲	۵
Cicer judaicum	۲	۸
Cicer pinnatifidum	۳	۱۰
Cicer reticulatum	۲	۱۸
Cicer sp.	۳	۷۱

در مجموع ۲۵۸۳۲ نمونه ژنتیکی نخود از هشت گونه مختلف (جدول ۸) به سوالبارد ارسال شده است که در این میان ۲۵۷۱۲ نمونه متعلق به گونه زراعی نخود می‌باشد. این نمونه‌های ژنتیکی از سیزده موسسه تحقیقاتی در جهان به سوالبارد ارسال شده است (جدول ۹) و در مجموع از ۲۴۷ کشور منشا گرفته‌اند (SGSV, 2019).

جدول ۹ - تعداد نمونه‌های ژنتیکی، تعداد گونه و کشورهای منشا نمونه‌های ژنتیکی نخود ارسالی از بانک‌های ژن مختلف به سوالبارد

بانک ژن / موسسه	تعداد نمونه	تعداد گونه	کشورهای منشا
Australian Grains Genebank	۲۱۹۵	۸	۴۲
Genetic Resources Institute of the Azerbaijan National Academy of Sciences	۶۵	۱	۱
Institute for Plant Genetic Resources K. Malkov	۲۷	۱	۱
Plant Gene Resources of Canada	۴۶	۲	۹
Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research	۴۲۰	۵	۲۵
International Livestock Research Institute	۲	۲	۱
Agricultural University of Georgia	۷۹	۱	۱
International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics	۱۶۹۹۶	۱	۴۸
Plant Genetic Resources Institute, National Agricultural Research Centre	۴۱۷	۱	۱
N.I. Vavilov All-Russian Scientific Research Institute of Plant Industry	۷۱	۲	۲۸
International Centre for Agricultural Research in Dry Areas	۵۱۷۶	۵	۵۶
Institute of Plant Production n.a. V.Y. Yurjev of UAAS	۲۸۰	۴	۳۳
SADC Plant Genetic Resources Centre	۵۸	۱	۱

تکرار امنیتی برای نمونه‌های ژنتیکی نخود کشورمان نیز وجود ندارد اگرچه تقریبا ۵۰ درصد از نمونه‌های این کلکسیون از ایکاردا و ایکریست دریافت شده‌اند و لذا می‌توان سطح ثانویه‌ای برای حفاظت این نمونه‌ها در کلکسیون‌های جهانی متصور دانست اما برای سایر نمونه‌های این کلکسیون که عمدتا از داخل کشور جمع‌آوری شده‌اند این تکرار وجود ندارد. همچنین اگرچه تاکنون به صورت رسمی از کشور ایران نمونه‌ای برای سوالبارد ارسال نشده است، اما ۱۵۶۷۵ نمونه ژنتیکی با منشا ایران از ۴۲۷ گونه مختلف، توسط ۲۶ موسسه متفاوت به سوالبارد ارسال شده است که در این میان ۲۱۴۵ نمونه ژنتیکی نخود با منشا ایران از موسسه تحقیقات بین‌المللی ایکریست به سوالبارد ارسال شده است.

مبادله و توزیع بذر

در خصوص توزیع بذر باید محدودیتی بر اساس موجودی بذر وجود داشته باشد به عنوان مثال در ایکاردا برای گیاه نخود در صورتی که تعداد بذر موجود از یک نمونه ژنتیکی بیش از ۵۰۰ عدد باشد توزیع انجام می‌شود، در صورتی‌که این تعداد به ۵۰۰ کاهش پیدا کند توزیع نمونه با ملاحظاتی صورت می‌گیرد و نمونه برای اولویت احیا مشخص می‌شود. در صورتی که تعداد بذر به ۲۵۰ عدد برسد توزیع صورت نمی‌گیرد تا زمانی که تکثیر انجام شود.

برای اهداف تحقیقاتی حداقل مقدار بذر باید توزیع شود این موضوع موجب می‌شود که ذخیره بذر در کلکسیون فعال برای مدت زمان بیشتری باقی مانده و سیکل‌های احیا کاهش پیدا کند. براساس استانداردها ۵۰-۱۰۰ عدد بذر برای نمونه‌های ژنتیکی زراعی نخود و ۲۵ عدد بذر برای نمونه‌های ژنتیکی گونه‌های وحشی مبادله می‌شود و به کاربران توصیه می‌گردد که اگر بذر بیشتری نیاز دارند آنها خود مسئول تکثیر بذر برای پژوهش خود می‌باشند (Sharma *et al.*, 2013).

تاریخچه فرآیندهای اصلاحی در گیاه نخود

نخستین تلاش‌های سیستماتیک در زمینه اصلاح نخود بالغ بر ۱۰۰ سال پیش در هند پس از تأسیس مؤسسه تحقیقات کشاورزی امپریال هند در پوزا، بیهار (در حال حاضر در

دهلی نو) در سال ۱۹۰۵ آغاز شد. دو موسسه ایکاردا و ایکریست، از طریق تهیه ژرم‌پلاسم و مواد اصلاح‌شده، شکوفائی را در برنامه‌های اصلاح نخود سیستم‌های ملی تحقیقات کشاورزی جهان فراهم نمودند. مواد تولیدی تهیه شده توسط این دو مؤسسه در سه دهه گذشته به آزادسازی بیش از ۱۵۰ واریته در بیش از ۴۰ کشور جهان کمک کرده است. این تلاش ها از طریق مقاومت یا تحمل در برابر تنش‌های غیرزنده و زنده، عملکرد دانه، تیپ رشد گیاه و خصوصیات دانه موجب افزایش سازگاری منطقه‌ای گردید (Gaur *et al*., 2007).

در مراحل اولیه اصلاح نخود، اکثر ارقام از طریق انتخاب مستقیم از میان توده‌های بومی که درون کشور جمع‌آوری شده و یا از کشورهای دیگر وارد شده بودند انجام می‌شد. بیش از پنجاه ژنوتیپ به صورت مستقیم به عنوان رقم در کشورهای مختلف نظیر استرالیا، الجزایر، بنگلادش، اتیوپی، هند، ایتالیا، میانمار، نپال، عمان، سوریه، سودان، ترکیه و آمریکا توسط موسسه بین‌المللی ایکریست معرفی شد (Singh *et al*., 2016). اما پس از آن، برای افزایش تنوع ژنتیکی در مواد اصلاحی هیبریداسیون نیز به طور هم‌زمان مورد استفاده قرار گرفت و بنابراین بسیاری از واریته‌های اخیر حاصل تلاقی هستند. بیشتر برنامه‌های اصلاحی نخود محدود به هیبریداسیون درون گونه‌ای بوده است که شامل کراس‌های دسی× دسی، کابلی×کابلی یا دسی× کابلی است. از تلاقی‌های بین والدین دسی× کابلی بطور گسترده برای بهره‌برداری از ژن‌های موجود در یک گروه استفاده شده است. به عنوان مثال، از والدین دسی برای بهره‌گیری از ژنهای مهمی نظیر مقاومت در برابر فوزاریوم، مقاومت به برق‌زدگی، تحمل سرما و تحمل به خشکی در برنامه‌های اصلاح نخودکابلی استفاده شده است. برعکس، والدین کابلی منبعی برای بهبود کیفیت بذر، به ویژه اندازه بزرگ بذر، در برنامه‌های اصلاح تیپ دسی بوده‌اند. تلاقی‌های دسی× کابلی نتاج پر عملکردی تولید کرده و منشا بسیاری از ارقام جدید هستند (Gaur *et al*., 2007).

برای رسیدن به حداکثر سطح بهره‌وری تنوع موجود در میان ژرم‌پلاسم گیاهی باید مورد استفاده قرار گیرد. استفاده کم از ژرم‌پلاسم‌ها، با وجود دسترسی به آن، در اصلاح

همیشه مورد بحث بوده است (Smýkal *et al.*, 2015). توده‌های بومی و گونه‌های وحشی نخود دارای آلل‌های مفیدی هستند که در صورت شناسایی، می توانند به شکستن موانع عملکرد کمک کرده و تحمل را در برابر تنش‌های مختلف تقویت کرده و به پایداری تولید کمک نمایند.

در تشریح تنوع ژنتیکی و رابطه ۱۴ گونه وحشی نخود با کاربرد سی جفت آغازگر ریزماهواره با توالی نشانمند[1] استنباط شد که خزانه ژنی ثانویه نخود بسیار متنوع است و در صورت استفاده در فرآیندهای به‌نژادی می‌تواند تنوع گسترده‌ای را ارائه دهد (Bharadwaj *et al.*, 2011). مطالعه تنوع مولکولی و فیلوژنی در نمونه‌های ژنتیکی نخود که شامل لاین‌هایی از بانک‌های ژن ایکریست و ایکاردا بود مشخص شد لاین‌های نخود کشت شده از ایکریست که از مبدا هند بودند در یک گروه قرار گرفتند، در حالی که گونه‌های وحشی و لاین‌های ایکاردا که منشا آنها غرب‌آسیا و شمال‌آفریقا بود، با هم گروه‌بندی شده و گروه مشخصی را تشکیل دادند، بنابراین این نتیجه حاصل شد که با تلاقی لاین‌های هند با توده‌های بومی منطقه غرب‌آسیا و شمال‌آفریقا[2] می‌توان تنوع ژنتیکی بیشتری را به دست آورد (Bharadwaj *et al.*, 2011). استفاده از نشانگرهای ریزماهواره نیز تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در گونه‌های وحشی نخود مشخص ساخت در حالی‌که پلی مورفیسم کمی در لاین‌های زراعی نخود مشاهده می‌شد (Choudary *et al.*, 2012). بنابراین، استفاده از گونه‌های وحشی در تولید ارقام بسیارکارآمد خواهد بود.

استفاده از تنوع موجود در گونه‌های وحشی برای افزایش پایه ژنتیکی گونه زراعی

پایه ژنتیکی محدود نخود زراعی (*C. arietinum*) پیشرفت در زمینه شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل را در برنامه‌های اصلاحی محدود ساخته است (Sing *et al.*, 2008). یکی از دلایل اصلی این محدودیت توزیع اکوجغرافیایی محدود جد نخود زراعی (*C. reticulatum*) در مقایسه با اجداد وحشی گونه‌های زراعی دیگر نظیر گندم، جو،

1- Sequence-tagged Microsatellite (STMS) Markers
2- West Asia-North Africa; WANA

نخودفرنگی و عدس می‌باشد که یک تنگنا در مسیر تکاملی این گیاه به شمار رفته و تنوع ژنتیکی محدودی را با خود حمل می‌کند. دلیل دوم به متفاوت بودن فنولوژی نخود زراعی در مقایسه با جد وحشی آن مربوط می‌شود. چرا که این گیاه در غرب‌آسیا و مدیترانه برای اجتناب از اثرات آسیب‌زننده بیماری برق‌زدگی به یک گیاه تابستانه بدل شده است. بررسی‌های مختلف با استفاده از نشانگرهای مولکولی متفاوت نشان داده است که جد وحشی نخود متنوع تر از گونه زراعی است، اما تغییر در زمان کشت نیاز به انتخاب ژنوتیپ‌های غیر حساس به ورنالیزاسیون داشت. چرا که جد وحشی نخود حساس به ورنالیزاسیون است اما نخود زراعی این حساسیت را ندارد. بنابراین انتخاب ژنوتیپ ها برای کشت تابستانه به عنوان عاملی برای از بین بردن بیشتر تنوع ژنتیکی در این گیاه محسوب می‌شود (Yadav *et al*., 2007). این دو دلیل دلایل عمده پایین بودن سطح پلی مورفیسم در نخود زراعی در مقایسه با سایر گیاهان زراعی می‌باشد.

خویشاوندان وحشی بخش جدایی ناپذیر و سازنده خزانه ژنی گیاهان زراعی بوده و تنوع ژنتیکی بالقوه‌ای را دارا هستند (Philip *et al*., 2007). خویشاوندان وحشی گیاهان زراعی مخزنی از ژنها یا آلل‌های مفید برای دامنه گسترده‌ای از تنش‌های زنده و غیرزنده از جمله ویژگی‌ها و صفات زراعی مطلوب و مورد دلخواه می‌باشند و مواد اولیه را برای افزایش تنوع ژنتیکی فراهم می‌کنند(Bains *et al*., 2012). بنابراین، جستجو و جمع‌آوری منابع ژنتیکی نخود از جمله گونه‌های وحشی از مناطق پرتنوع، توصیف و ارزیابی آنها، نگهداری، حفاظت و استفاده از آنها در زمینه ژنتیکی لاین‌های الیت با توجه به اهمیت تولید نخود از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (Singh *et al*., 2016).

بررسی تنوع صفات مختلف در گونه‌های وحشی و مقایسه آنها با گونه زراعی با اهداف مختلفی انجام پذیرفته است. از جمله رابرتسون و همکاران (Robertson *et al*., 1997) شاخص ترین تفاوت‌های بین گونه‌ای در میان گونه‌های وحشی را عرض برگ بیشتر در گونه *C. chorassanicum* تعداد شاخه فرعی بیشتر در *C. bijugum* و *C. reticulatum* و زود گلدهی در *C. judaicum* عنوان داشتند.

موهلبور (Muehlbauer, 1993) گزارش کرد گونه *C. chorassanicum* دارای شاخه‌های نازک و تیپ رشدی خزنده و گل‌های کوچک است در حالی‌که گونه‌های دیگر دارای شاخه‌های قوی‌تر و تیپ رشدی نیمه خوابیده تا ایستاده می‌باشند.

زارعی و جعفرآقایی (۱۳۸۷) نشان دادند که صفات روز تا گلدهی، تعداد برگچه، طول دوره گلدهی، رنگ بذر، رنگدانه بوته و اندازه برگچه مهم‌ترین صفات متمایز کننده نمونه‌های ژنتیکی گونه‌های مختلف نخود وحشی هستند.

پلگ و همکارانش (Peleg *et al*., 2015) نشان دادند که دو گونه *C.juduicum* و *C.pinnatifidum* ویژگی مورفولوژیکی برگ بسیار مشخص دارند. به طوری‌که تعداد برگچه‌ها در *C.juduicum* بیشتر از *C.pinnatifidum* است اما دندانه‌ها در *C.pinnatifidum* خیلی برجسته‌تر هستند. علاوه‌بر این گل‌ها در *C.juduicum* صورتی مات و کوچک‌تر هستند در حالی‌که در *C.pinnatifidum* گل‌ها ارغوانی بوده و بزرگ‌تر هستند . شکل ۱۲ تصویری از فرم رویشی و مورفولوژی گونه *C.juduicum* که به منظور احیا در گلخانه کشت شده است را نشان می‌دهد .

شکل ۱۲- تصویری ازفرم بوته، شکل برگچه‌ها و گل در گونه *C.juduicum* در گلخانه

برگر و همکاران (Berger *et al*., 2003) در مقایسه اختلاف در چرخه زندگی و استراتژی‌های فنولوژیکی گونه زراعی نخود با گونه‌های وحشی *C. yamashita*، *C. echinospermum*، *C. reticlatum*، *C. judicum* و *C. pinnatifidum* اشاره داشتند، فاصله بین گلدهی و تشکیل غلاف در گونه‌های وحشی به صورت معنی‌داری کمتر از گونه زراعی است که می تواند دلیلی برای کاهش حساسیت به سرما در گونه‌های وحشی باشد. کنسی و توکر (Canci and Toker, 2009) گونه‌های وحشی یک‌ساله نخود را برای مقاومت نسبت به تنش خشکی و گرما در مقایسه با لاین‌های زراعی متحمل (ICC4958 و FLIP87-59) و حساس (ILC8617 و ILC3275) مورد ارزیابی قراردادند، نتایج آنها نشان داد در حالیکه افت محصول بخاطر تنش خشکی و گرما در لاین‌های حساس نخود زراعی به صد درصد رسید، چهار نمونه ژنتیکی از گونه *C.reticulutum* و یک نمونه ژنتیکی از *C.pinnatifidum* به اندازه لاین‌های شاهد مقاوم، نسبت به تنش خشکی و گرما متحمل شناسایی شدند.

در مقایسه هفده نمونه ژنتیکی نخود وحشی چندساله با نخود زراعی برای مقاومت به کرم غلاف‌خوار حبوبات *Helicovera armigera(Hubn)* تنوع قابل‌توجهی در گونه‌های وحشی چندساله نخود وجود داشت. گونه *C.microphyllum* به شدت به *H.armigera* مقاوم بود که می توان از این ویژگی استفاده نمود و پایه مقاومت به این آفت را در نخود زراعی افزایش داد چرا که مقاومت گیاه میزبان، بخش اصلی مدیریت این آفت می‌باشد (Sharma *et al*., 2006). در بررسی روی گونه‌های نخود وحشی مشخص شده است که گونه‌هایی که ایزوفلاونوئید بیشتری در مقایسه با بقیه دارند خاصیت ضد تغذیه‌ای بیشتری بر علیه *H. armigera*، مهم‌ترین آفت نخود دارند (Pourcel *et al*., 2006). یکی از اعمال بیولوژیکی فلاونوئیدها نقش حفاظتی آنها در برابر تنش ها به خصوص دفاع در برابر

پاتوژن‌ها و تحمل درجه حرارت پایین می‌باشد (Schulz *et al*., 2016)، امروزه توجه خاصی به افزایش سطح بیان این ترکیبات در گیاه از طریق روش‌های اصلاح سنتی و یا انتقال ژن برای افزایش توان تحمل آن در مواجهه با عوامل تنش زا می‌شود. از این‌رو این اعتقاد وجود دارد که تحقیقات در مورد وجود فلاونوئیدها در گونه‌های وحشی نخود که مقاومت به بیماری و آفات را تضمین می‌کنند باید تقویت شود(Mallikarjuna *et al*., 2011).

اکامپو و همکاران (Ocampo *et al*., 1998) در ارزیابی ۲۲۸ ژرم‌پلاسم از گونه‌های وحشی یک ساله نخود برای جستجوی محتوای پروتئین دانه بیشتر از نخود زراعی در ایکاردا تنوع قابل ملاحظه‌ای را بین گونه‌های مختلف مشاهده نمودند، طبق این مشاهدات تنوع محتوای پروتئین دانه از ۱۶۸ گرم بر کیلوگرم در *C.cuneatum* تا ۲۶۸ گرم بر کیلوگرم در *C.pinnatifidum* با میانگین محتوای پروتئین دانه ۲۰۷ گرم بر کیلوگرم در میان هشت گونه وحشی متغییر بود.

تحمل خشکی صفتی است که برای گیاه نخود بسیار اهمیت دارد و صفتی است که از خویشاوندان وحشی قابل انتقال است که عمدتا خیلی از آنها در شرایط خیلی خشک محیطی به سر می برند . پوراسماعیل و همکاران (Pouresmael *et al*., 2012a) در بررسی صفات فیزیولوژیکی و آگرومورفولوژیکی گونه‌های وحشی *C. judaicum*، *C. echinospermum* و *C. reticulatum* تحت تنش خشکی، گزارش نمودند کارایی بالای فتوسنتز از طریق حفظ نسبت بالای Fv/Fm در *C. echinospermum* و *C. reticulatum*، میزان فتوسنتز بیشتر در واحد سطح برگ از طریق حفظ محتوای کلروفیل بالاتر در *C. judaicum* و *C. reticulatum* مکانیسم‌های احتمالی تحمل خشکی در این گونه‌ها می‌باشند.

همچنین مفاخری و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی درصد محتوای آب برگ در ژنوتیپ‌های نخود نشان دادند که درصد محتوای آب برگ در گونه‌های *C.reticulatum* و *C.echinospermum* بیشتر از گونه زراعی است. محتوای آب نسبی برگ یک شاخص

کلیدی نشان دهنده درجه هیدراتاسیون بافت یا سلول است که برای بهینه انجام شدن اعمال فیزیولوژیکی و فرآیندهای رشد ضروری بوده و اختلاف در محتوای نسبی آب برگ می‌تواند برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا که تورگر سلول را برای تولید عملکرد نسبی بالاتر در شرایط تنش حفظ می‌کنند به کار گرفته شود (Bayoumi *et al*., 2008 و Ali *et al*., 2009). محتوای نسبی آب بالای ژنوتیپ‌های مقاوم احتمالا به توانایی بهتر آنها برای دریافت آب در پتانسیل‌های پایین آب خاک مربوط است، این ویژگی موجب حفظ تورگر و در نتیجه فرآیندهای وابسته به تورگر نظیر باز بودن روزنه‌ها، فتوسنتز، رشد بخش هوایی و گسترش و توسعه ریشه در اعماق خاک می‌شود (Bajji *et al*., 2000).

چنین ارزیابی‌هایی، حضور ذخائر ژنی متنوعی را برای تحمل به تنش‌های زیستی و غیر زیستی در گونه‌های وحشی نخود آشکار نموده (Sing *et al*., 2008) و محققین را علاقمند ساخته تا این گونه‌ها را برای اصلاح نخود زراعی به کار گیرند (Mallikarjuna *et al*., 2007). دورگ‌گیری نخود زراعی با خویشاوندان وحشی می‌تواند تنوع ژنتیکی را افزایش داده و پلی‌مورفیسم را به حداکثر رساند(Croser *et al*., 2003 و Jhanwar *et al*., 2012).

سهولت تلاقی گونه‌های *C. echinospermum* و *C. reticulatum* با ارقام زراعی از طریق تکنیک‌های هیبریداسیون سنتی به اثبات رسیده است (Mallikarjuna *et al*., 2007). در میان گونه‌های یک‌ساله نخود تمایل زیادی برای کاربرد گونه وحشی *C. bijugum* در اصلاح نخود زراعی وجود دارد، به دلیل اینکه این گونه مقاومت زیادی نسبت به بیماری‌ها دارد (Mallikarjuna *et al*., 2007). شکل ۱۳تصویری از فرم رویشی و مورفولوژی این گونه که به منظور احیا در گلخانه کشت شده است را نشان می‌دهد. کلارک و همکاران (Clarke *et al*, 2011) توانستند از طریق تکنیک‌های نجات جنین گیاهان هیبریدی را از تلاقی گونه‌های *C. pinnatifidum* و *C. judaicum* با گونه زراعی به دست آورند. از تلاقی *C. judicum* و نخود زراعی یک لاین پیشرفته اصلاحی IPC71 با تعداد شاخه اولیه بالاتر، تعداد بالاتر غلاف در بوته و دانه‌های سبز توسعه یافت (Chaturvedi and Nadarajan, 2010).

شکل ۱۳ -تصویری ازفرم بوته، شکل برگچه‌ها و گل در گونه *C.bijigum* در گلخانه

ورما و همکاران (Verma *et al*., 1990) تلاقی‌های زیادی را بین گونه زراعی نخود به عنوان والد ماده و گونه‌های وحشی *C. bijigum*، *C. echinospermum*، *C. reticlatum*، *C. judicum* و *C. pinnatifidum* به عنوان والد نر انجام دادند و میزان موفقیت کلی در تولید دانه را ۶۹ درصد عنوان داشتند. در این میان گونه‌های چندساله کمتر مورد مطالعه قرار گرفته اند و گزارشی از هیبریداسیون موفق نخود زراعی

با گونه‌های چندساله وجود ندارد و تنها گونه *C. anatolicum* برای تلاقی با گونه زراعی به کار گرفته شده است (Brink and Belay, 2006).

موفقیت در تشکیل هیبریدهای بین گونه‌ای نوید دهنده استفاده از تنوع موجود در گونه‌های وحشی برای افزایش تنوع پایه ژنتیکی گونه زراعی به ویژه از نظر تحمل تنش‌های زنده و غیرزنده می‌باشد. اگرچه روش‌های نوین نظیر انتقال ژن از برخی از این گونه‌ها در حال حاضر با مشکل مواجه است اما جمع‌آوری و ارزیابی‌های آتی باید بر روی این موضوع تمرکز یابند.

بهره‌برداری از منابع ژنتیکی

علی‌رغم وجود کلکسیون‌های جهانی بزرگ برای اغلب محصولات زراعی، فقط حدود یک درصد از این منابع در برنامه‌های اصلاحی گیاهانی نظیر گندم، جو، حبوبات دانه‌ای، ذرت و سویا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در خصوص منابع ژنتیکی نخود نیز علی‌رغم وجود تعداد قابل توجه ژرم‌پلاسم نخود در دسترس دو بانک ژن بین‌المللی ایکاردا و ایکریست کاربرد محدودی از این نمونه‌ها در افزایش تنوع ژنتیکی دیده شده است. مطالعات نشان‌دهنده استفاده اندک منابع ژنتیکی(کمتر از یک درصد) در برنامه‌های اصلاحی نخود است. به عنوان مثال به‌نژادگران نخود در ایکریست در طول دوره زمانی ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۴ برای توسعه ۳۵۴۸ لاین پیشرفته در مقایسه با کاربرد ۴۹۵ لاین اصلاحی تنها از ۹۱ ژرم‌پلاسم یعنی حدود ۴ درصد کل نمونه‌های ژنتیکی استفاده نمودند. تجزیه و تحلیل شجره ۸۶ رقم آزاد شده از طریق هیبریداسیون در ایکریست، نشان داد که هر چند ۹۵ جد در پیشرفت آنها درگیر بودند، اما فقط ۱۰ نمونه ژنتیکی به ۳۵ درصد از پایه ژنتیکی کمک کرده است. چنین وضعیتی برای ایکاردا هم وجود دارد به طوری که به‌نژادگران در دوره زمانی مشابه در تهیه مواد اصلاحی که از آنها ۳۱ رقم معرفی شده است در مقایسه با ۶۰۰ لاین اصلاحی مورد استفاده تقریبا ۲۵۰ لاین ژرم‌پلاسم در تلاقی‌هایشان به کار برده‌اند. این مسئله نشان می‌دهد که به‌نژادگران ترجیح می‌دهند ژنوتیپ‌های والد را از میان کلکسیون‌های کاری خود انتخاب نمایند (Sharma *et al.*, 2013a). افزایش تعداد

نمونه‌های ژنتیکی در بانک‌های ژن و عدم افزایش کاربرد آنها در برنامه‌های اصلاحی نشان دهنده عدم استفاده از پتانسیل کلکسیون‌های موجود است.

از عوامل مؤثر در استفاده کم از ژرم‌پلاسم‌ها در برنامه‌های اصلاحی، می‌توان به اندازه بزرگ مجموعه‌های ژرم‌پلاسم، ترجیح به‌نژادگران به استفاده از مجموعه‌های کاری و کشش لینکاژی[1] در ارتباط با استفاده از خویشاوندان وحشی در برنامه‌های اصلاحی اشاره نمود. عدم وجود اطلاعات در مورد صفات مهم اقتصادی، که اغلب تحت تاثیر برهم کنش ژنوتیپ × محیط قرار می‌گیرند به دلیل تعداد زیاد نمونه‌های نگهداری شده در کلکسیون ژرم‌پلاسم‌های بیشتر محصولات زراعی، از جمله حبوبات دانه‌ای و امکان پذیر نبودن ارزیابی‌های چند مکانه آنها یکی از دلایل استفاده کم از ژرم‌پلاسم‌های گیاهی است. اگرچه این مشکل امروزه با کاربرد استراتژی‌هایی نظیر تشکیل کلکسیون‌های هسته و هسته کوچک که حاوی تنوع آللی مجموعه‌ها هستند تا حدی مرتفع شده است اما هم‌چنان با توجه به حجم زیاد مجموعه‌های ژرم‌پلاسم، این کار به یک فعالیت پرهزینه تبدیل می‌شود(Sharma *et al*., 2013b).

علاوه بر اندازه بزرگ، در بین به‌نژادگران همواره دلهره و هراسی در خصوص سازگاری ضعیف ژرم‌پلاسم‌ها و کشش لینکاژی وجود دارد. کشش لینکاژی که به پیوستگی یک ژن با ژن یا ژن‌های دیگر ایجاد کننده صفات نامطلوب اطلاق می‌شود، مهمترین عامل بهره‌برداری کم ژرم‌پلاسم در اصلاح محصولات زراعی و مهمترین دلیل برای نیاز مرحله پیش‌اصلاحی است. در حالی‌که استفاده از ژرم‌پلاسم‌های وحشی و ناشناخته نسبتا تلاش بیشتری می‌طلبد، برطرف کردن کشش لینکاژی نامطلوب در طی این فرآیند به ویژه برای سازگاری با شرایط آب و هوا یی منطقه، مدیریت محصولات زراعی، تنش‌های زنده و غیرزنده و عملکرد وقت‌گیر و نیازمند منابع است، که باعث می‌شود برنامه‌های اصلاحی نسبتاً طولانی‌تر و دشوارتر شوند (Sharma *et al*., 2013b). با این

1-Linkage drag

وجـود، احتیـاط بـیش از حـد در خصـوص کشـش لینکـاژی و اسـتفاده بـه‌نژادگـران از مجموعه‌های کاری خود در برنامه‌های اصلاحی منجر به گردش مجدد ژنوتیپ‌هـای مشـابه می‌شود و از این‌رو پایه ژنتیکی ارقام را محدود می سازد و منجر به آسـیب پـذیری ژنتیکـی می‌شود (Sharma *et al*., 2013a).

هند یکی از بزرگتـرین برنامـه‌هـای اصـلاح نخـود را دارد و ۱۲۶ رقـم را در فاصـله سال‌های ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۳ معرفی نموده است. آنالیز شجره همه ارقام معرفی شده نخـود نشـان دهنده عدم استفاده مناسب از ظرفیت ژرم‌پلاسم ها در برنامـه‌هـای اصـلاحی نخـود در هنـد می‌باشد به طوری که این نتایج نشان داده است که فقط ۸۷ نمونه ژنتیکی برای این تلاقی‌هـا به‌کار رفته است (Singh *et al*., 2016). کومار و همکـاران (Kumar *et al*., 2004) اشـاره کردند که از ۱۲۶ نخود معرفی شده به عنوان رقم در طی چهار دهـه اخیـر لاینـ‌هـای PB7، IP58، F8، S26 و Rabat لاین‌های والدی هستند که غالبا به‌کار گرفتـه شـده‌انـد و چهـل و یک درصد این ارقام لاین PB7 را به عنـوان یکـی از والـدین در زمینـه ژنتیکـی داشـته انـد (Sharma *et al*., 2013a). بنابراین این تنوع ژنتیکی محدود در میان ارقام اصـلاحی جدیـد آنها را در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده آسیب‌پذیر می‌سازد.

برای غلبه بر این موضوع، فعالیت‌های پیش‌اصلاحی باید به منظـور ایجـاد تنـوع ژنتیکـی جدید با استفاده از توده‌های بومی و خویشاوندان وحشـی امیـدبخش بـرای اسـتفاده توسـط به‌نژادگران در برنامه‌های اصلاحی آغاز شود. در این راستا تلاش‌های زیادی بـرای ارزیـابی ژرم‌پلاسم‌ها برای صفات مهم اقتصادی و همچنین غربال‌گری برای صفات مرتبط با تحمـل تنش‌های زنده و غیرزنده از طریـق تکنیـک‌هـای اسـتاندارد و قابـل اعتمـاد بـرای شناسـایی اهداکنندگان بالقوه انجام شده است که منجر به شناسایی ژرم‌پلاسم‌های متنـوع و جدیـد بـا ویژگی‌های گوناگون برای صفات زراعی نظیر زود رسی، انـدازه درشـت بـذر، عملکـرد و اجزا آن، ویژگی‌های تغذیـه‌ای و همچنـین تحمـل نسـبت بـه تـنش‌هـای مختلـف زیسـتی و غیرزیستی هم در ژرم‌پلاسم زراعی و هم از نوع وحشی شده است. به عنوان مثال عـلاوه بـر نمونه ژنتیکی ICC4958 که به عنوان یک نمونه متحمل به خشکی بـه خـوبی شـناخته شـده است، نمونه ژنتیکی ICC13124 نیز به عنوان یک نمونه با کـارایی تحمـل خشـکی بـالا، بـا

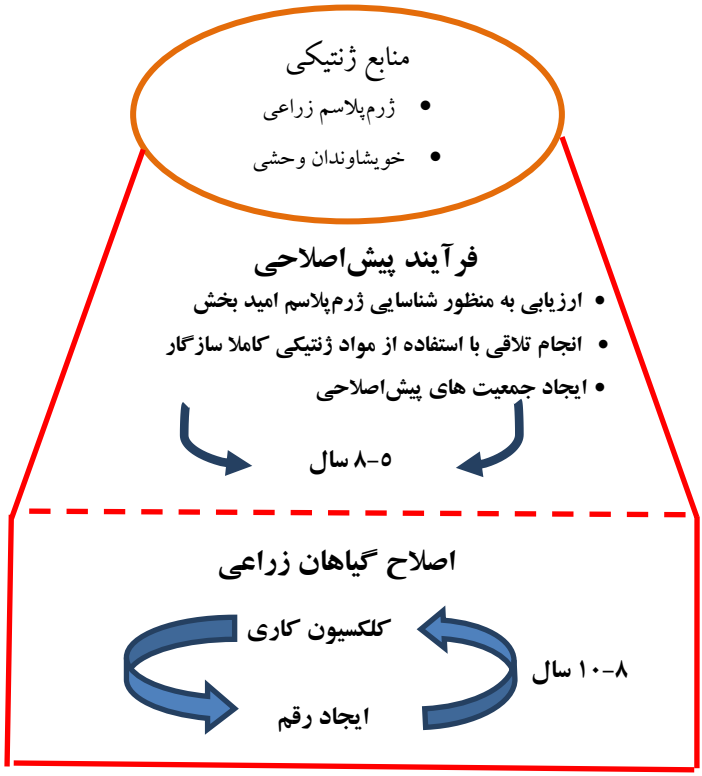
شاخص حساسیت پایین و شاخص برداشت بالا به عنوان متحمل ترین نمونه شناسایی شد و اخیرا منابعی با تحمل گرما، تحمل نسبت به علف‌کش و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بالاتر نیز شناسایی شده‌اند (Sharma *et al*., 2013b). همچنین منابع عالی مقاومت چندگانه در نمونه‌های ژنتیکی ILWC 70 و ILWC 73 از گونه *C. bijugum* با مقاومت در برابر برق‌زدگی (نمره ۳)، پژمردگی فوزاریوم (نمره ۱)، بروخوس (نمره ۱) و نماتد کیست (نمره ۲) و تحمل نسبت به درجه حرارت پایین (نمره ۲–۳) گزارش شده است (Gaur *et al*., 2007). از این‌رو در کلکسیون‌های جهانی غربال‌گری منظم کلکسیون‌های نخود وحشی باعث آغاز فعالیت گسترش پایه ژنتیکی نخود شده است و تلاش‌های زیادی برای افزایش تنوع ژنتیکی و وارد شدن ژن‌های مفید به نخود زراعی با استفاده از تلاقی با گونه‌های وحشی نخود انجام می‌شود.

فرآیندهای پیش‌اصلاحی برای دسترسی به ژن‌های ارزشمند

موفقیت هر برنامه اصلاحی بستگی به در دسترس بودن تنوع ژنتیکی مناسب دارد، اما این تنوع باید به شکل معمول قابل استفاده باشد. تنوع موجود در ژرم‌پلاسم زراعی نگهداری شده در بانک‌های ژن به طور کلی به سه گروه زراعی، انواع وحشی قابل تلاقی، انواع وحشی ناسازگار از نظر تلاقی[1] تعلق دارد، که استفاده مستقیم هر یک از آنها در برنامه‌های معمول اصلاح با موانعی مواجه است. استفاده از ژرم‌پلاسم زراعی معمولا به دلیل نامناسب بودن ویژگی‌های زراعی این ژرم‌پلاسم‌ها و عدم سازگاری آنها با مناطق آب و هوایی هدف محدود می‌شود. بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی در گونه‌های وحشی نیز، عمدتاً با کشش لینکاژی و موانع ناسازگاری متفاوت بین گونه‌های زراعی و وحشی ممانعت می‌شود. در چنین شرایطی، فرآیند پیش‌اصلاحی یک ابزار منحصر به فرد برای تقویت استفاده از تنوع ژنتیکی موجود در ژرم‌پلاسم زراعی و وحشی به‌شمار می‌رود (Sharma *et al*., 2013b).

1-Cross-incompatible

فرآیند پیش‌اصلاحی به کلیه فعالیت‌های مرتبط با شناسایی صفات و یا ژنهای مطلوب ژرم‌پلاسم اهداکننده (که نمی‌تواند بطور مستقیم در جمعیت‌های اصلاحی استفاده شود)، انتقال این صفات به زمینه‌های ژنتیکی به خوبی سازگار (گیرنده) و ایجاد مجموعه واسطه‌ای از مواد اطلاق می‌شود که به‌راحتی توسط به‌نژادگران در برنامه‌های خاص اصلاحی برای توسعه ارقام جدید با پایه ژنتیکی گسترده قابل کاربرد هستند (شکل۱۴). موفقیت هر برنامه پیش‌اصلاحی عمدتا به سه عامل شناسایی والد امیدبخش[1] با بیان خوب صفت، نوع ژرم‌پلاسم (زراعی، انواع وحشی قابل تلاقی، انواع وحشی ناسازگار از نظر تلاقی) و عملکرد زراعی بستگی دارد (Sharma *et al*., 2013b).



شکل ١٤- فرآیند پیش‌اصلاحی پلی میان منابع ژنتیکی و اصلاح گیاهان زراعی (اقتباس از Sharma *et al*., 2013b)

1- Promising donor

هدف از این کار ایجاد خزانه‌های ژنی جدید با فرکانس بالاتر ژنهای مفید، سازگاری گسترده‌تر و پایه ژنتیکی وسیع‌تر برای صفات مهم زراعی و تغذیه‌ای و همچنین مقاومت نسبت به تنش‌های مهم زنده و غیرزنده است. برنامه‌های پیش‌اصلاحی باید روی فراهم سازی مداوم تنوع مفید تمرکز کنند تا ارقام جدید با عملکرد بالا و دارای پایه ژنتیکی گسترده ایجاد شود. اگرچه برنامه پیش‌اصلاحی برای غنی سازی خزانه ژنی اولیه برای اصلاح رقم مفید است اما زمان‌بر و مشکل بوده و نتایج امیدوارکننده بسته به اطلاعات در دسترس در شروع برنامه می‌تواند در طی ۵-۱۰ سال به دست آید (Sharma *et al.*, 2013b).

با پیشرفت در تکنولوژی، ادغام ابزارهای ژنومیک با رویکردهای اصلاح سنتی با غلبه بر کشش لینکاژی و انتقال متمرکز ژنها از خویشاوندان وحشی موجب غنی‌سازی خزانه ژنی زراعی می‌شود. این تلاش‌ها در بهره‌برداری از تنوع غنی خویشاوندان وحشی که دارای آلل‌های برتر از دست رفته در طی اهلی‌شدن یا اصلاح بوده‌اند و هم‌چنین در بهره‌برداری از آلل‌های جدید کمک خواهد کرد. کاربرد کیو تی ال بک کراسینگ[1] بر اساس رویکردهای اصلاحی امکان ردیابی مؤثر آلل‌های مطلوب و غیرمطلوب در بین لاین‌های اصلاحی را فراهم می‌کند، در این روش از داده‌های ژنوتیپی و فنوتیپی جمعیت‌های حاصل از تلاقی برگشتی پیشرفته برای شناسایی نقاط ژنومی کنترل‌کننده[2] صفات زراعی مهم و اقتصادی، مشخص نمودن نشانگرهای مرتبط با صفات مورد نظر و به دنبال آن انتخاب بر اساس نشانگر و شناسایی لاین‌هایی با پایه ژنتیکی پیشرفته با حداقل کشش لینکاژی در یک بازه زمانی کوتاه برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی آینده استفاده می‌شود.

1-AB-QTL
2-Quantitative trait loci; QTL

اهمیت فعالیت‌های پیش‌اصلاحی برای افزایش تاب‌آوری در مواجهه با تغییرات محیطی

امروزه بارندگی‌های نامنظم، درجه حرارت بالا، خشکسالی، ماندابی، افزایش شوری خاک و ظهور آفات و بیماری‌های جدید ناشی از تغییرات آب و هوا تهدیدی نوظهور برای تولید محصولات زراعی در سطح جهان به شمار می‌روند. برای مقابله با این وضعیت، نیاز به اصلاح ارقام زراعی جدید با پایه ژنتیکی گسترده وجود دارد که قادر به تحمل نوسانات آب و هوایی باشند. در چنین شرایطی، فعالیت‌های پیش‌اصلاحی با استفاده از گونه‌های وحشی بالاترین اولویت را داشته و باید بر شناسایی صفات جدید برای رشد ارقامی با تاب‌آوری بیشتر نسبت به شرایط آب و هوایی متغیر و با پایه ژنتیکی گسترده تمرکز گردد (Sharma *et al*., 2013b).

گونه‌های وحشی مخزن بسیاری از ژن‌ها و آلل‌های مفید هستند، زیرا آنها در انتخاب طبیعی برای زنده ماندن در شرایط اقلیمی سخت تکامل یافته‌اند. در حال حاضر منابع جدید و متنوع برای صفات زراعی و تغذیه‌ای و منابع مقاوم در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده در بین ژرم‌پلاسم وحشی شناسایی و در دسترس قرار دارد که می‌توان از آنها برای ایجاد جمعیت‌های پیش‌اصلاحی جدید که دارای تنوع بیشتری برای صفات مختلف هستند، استفاده نمود. به عنوان مثال گونه‌های وحشی نخود به طور گسترده‌ای مورد غربال‌گری قرار گرفته و گزارش شده است که تعداد. زیادی از آنها از مقاومت/ تحمل بسیار بالایی در برابر تنش‌های مختلف برخوردار هستند. منابع مقاومت به بیماری پژمردگی فوزاریومی در گونه‌های *C.reticulatum*، *C.echinospermum*، *C. pinnatifidum* و *C. judaicum* منابع مقاومت به بیماری برق‌زدگی در گونه‌های *C.reticulatum*، *C.echinospermum*، *C. bijugum* و *C. cuneatum* منابع مقاومت به کپک خاکستری در گونه *C. bijugum*، منابع مقاومت به کیست نماتد در گونه‌های *C.reticulatum* و *C. bijugum* ، منابع مقاومت به بروخوس در گونه‌های *C.reticulatum*، C.ech*inospermum* و *C. pinnatifidum*، منابع مقاومت به سرما در گونه‌های *C. judaicum*، *C.microphyllum* و *C. bijugum* و

منابع مقاومت به خشکی در گونه C.*microphyllum* گزارش شده است (Singh *et al*.,2016). گونه‌های *C. pinnatifidum* ، *C. judaicum* و *C. bijugum* مهم‌ترین منابع مقاومت هستند چراکه نسبت به بسیاری از تنش‌های زیستی و غیرزیستی مقاوم هستند. این گونه‌های وحشی اهداکنندگان بالقوه برای توسعه لاین‌هایی برای اصلاح ژنتیکی نخود هستند. اما عمدتا دو گونه وحشی یک ساله *C. reticulatum* و *C. echinospermum* تاکنون در برنامه‌های اصلاح نژاد مورد بهره‌برداری قرار گرفته اند. به عنوان مثال استفاده از نمونه ژنتیکی ILWC119 از گونه *C. reticulatum* منجر به معرفی دو لاین مقاوم(ILC10765 و ILC10766) نسبت به کیست نماتد شد (Malhotra *et al*., 2002). صفاتی نظیر تحمل به سرما و همچنین مقاومت به پژمردگی، پوسیدگی ریشه و کپک خاکستری از گونه‌های *C.reticulatum* و *C.echinospermum* به نخود زراعی انتقال یافته است. از هیبریداسیون گونه‌های *C. reticulatum* و *C. echinospermum* با نخود زراعی لاین‌های نوترکیب با عملکرد بالا و بدون هیچ گونه ویژگی نامطلوب شناخته شده از گونه‌های وحشی ایجاد شد. در مطالعه‌ای مشابه با ورود ژن‌های گونه وحشی *C. reticulatum* به گونه زراعی، نه ژنوتیپ با پتانسیل عملکرد بالا، مقاوم به بیماری‌های خاکزاد، و سازگار به کم آبی ایجاد شد. در بین این لاین‌ها سه لاین BG 1100، BG 1100 و BG 1100 بیست درصد بیشتر از رقم سازگار تولید عملکرد داشته و به پژمردگی فوزاریومی مقاوم بودند (Yadav *et al*., 2004). با استفاده از تکنیک‌های نوین از آلل‌های گونه‌های وحشی که از نظر تلاقی با نخود زراعی ناسازگار هستند نظیر گونه‌های *C. judaicum*، *C. bijugum*، *C. pinnatifidum* و *C. cuneatum* برای ایجاد گیاهان هیبرید استفاده شده است. این هیبریدهای بینابینی به طور چشم‌گیری در توسعه منابع ژنومی برای اصلاح نخود نقش داشته‌اند(Sharma *et al*., 2013b).

با کاربرد دو نمونه ژنتیکی از گونه *C. reticulatum* با تعداد روز تا گلدهی ۱۱۰ و ۱۱۳ روز و تعداد روز تا رسیدگی ۱۴۳ و ۱۵۰ روز و وزن صد دانه ۱۲ و ۱۶ گرم در برنامه هیبریداسیون، نتاجی انتخاب شد که ۸-۲۱ روز زودتر به گل‌رفته، ۶-۳۳ روز زمان

رسیدگی زودتری داشته، ۲۰- ۱۰۳ درصد افزایش در سایز دانه داشته و ۹۷-۲۱۷ درصد عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با والد زراعی تولید نمودند (Upadhyaya, 2008). از تلاقی *C. arietinum* × *C. judaicum* یک لاین پیش‌اصلاحی (IPC71) با دانه سبز، تعداد شاخه اولیه بیشتر، تعداد غلاف در گیاه بالاتر برای بهره‌برداری در برنامه‌های اصلاحی نخود ایجاد شد (Chaturvedi and Nadarajan, 2010).

استفاده از منابع ژنتیکی در معرفی ارقام اصلاحی جدید در کشور

در ایران، در نیم قرن اخیر ۱۷ رقم نخود از طریق گزینش[1] و معرفی[2] آزادسازی شده است (کانونی، ۱۳۹۸). فعالیت تحقیقاتی بر روی محصول نخود در ایران از سال ۱۳۴۲با همکاری موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر و دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در کرج آغاز گردید. در ابتدا طرح اصلاح و توسعه کشت حبوبات تهیه و دانشکده مجری طرح با همکاری سایر مراکز بین‌المللی و همچنین کارشناسان موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال بذر اقدام به جمع‌آوری توده‌های مختلف بومی حبوبات در ایران و نیز دریافت نمونه‌هایی از سایر نقاط جهان نمود. در اواخر سال ۱۳۵۸ بخش تحقیقات حبوبات در موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر تشکیل گردید. این بخش تا سال ۱۳۷۱ (سال تاسیس موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور) وظایف تحقیقاتی در زمینه حبوبات دیم و آبی را برعهده داشت و از عمده‌ترین دستاوردهای آن در خصوص گیاه نخود معرفی رقم-هایی از نخود کابلی (جم، کوروش) و نخود دسی (پیروز و کاکا) برای کشت و کار در شرایط اقلیمی مختلف کشور بود (صادق زاده اهری و همکاران، ۱۳۹۲). هم‌زمان با تاسیس موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، فعالیت‌های بخش تحقیقات حبوبات دیم در این موسسه متمرکز گشت و تاکنون فعالیت‌های این موسسه منجر به معرفی ۱۲ رقم نخود برای مناطق و شرایط آب و هوایی مختلف شد (جدول ۱۰). این ارقام همگی از تیپ کابلی بوده و به روش انتخاب از میان نمونه‌های ژنتیکی ارسال شده از مرکز تحقیقات بین‌المللی ایکاردا در

1- Selection
2- Introduction

قالب خزانه‌های ژنتیکی تحمل سرما، خشکی و عملکرد بالا به کشور و پس‌از ارزیابی‌های مختلف در ایستگاه‌های سراسر کشور معرفی شده‌اند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود سهم ژنوتیپ‌های بومی در معرفی ارقام در دهه‌های اخیر صفر بوده، این در حالی است که ارقام محلی قدیمی همچنان در میان کشاورزان از اقبال خاصی برخوردار بوده و منابع ژنتیکی کشور یکی از غنی‌ترین منابع ژنتیکی این گیاه در جهان به شمار می‌رود.

سیستم‌های اطلاعات و مستندسازی

ثبت اطلاعات منابع ژنتیکی در بانک‌های ژن یکی از مهمترین ارکان حفاظتی به شمار می‌رود. این اطلاعات شامل کدهای شناسایی نمونه‌های ژنتیکی (هر نمونه ژنتیکی با یک کد در سیستم شناسایی می‌شود که در زمان ورود به بانک ژن این شماره به آن اختصاص پیدا می‌کند. این شماره، شماره ثبت نام و شناسه منحصر به فرد برای عضویت است)، مختصات هر نمونه ژنتیکی متشکل از مشخصات ماموریت جمع‌آوری صورت پذیرفته، نوع نمونه، جنس و گونه، گروه گیاهی، تاریخ دریافت، گیاه‌شناسی و طبقه‌بندی تاکسونومیکی، تخصیص نمونه‌ی هرباریومی، منطقه جمع آوری، اطلاعات اهداکننده و مترادف‌های شناسایی برای نمونه‌های ژنتیکی دریافت شده از سایر بانک‌های ژن،

جدول ۱۰- ارقام نخود معرفی شده در کشور

نام رقم	تیپ	شجره/ منشا	روش انتخاب	مبدا	سال معرفی*
کوروش	کابلی	سلماس، آذربایجان‌غربی	گزینش	I.R.IRAN	----
جم	کابلی	توده محلی اصفهان	گزینش	I.R.IRAN	----
بیونیج	کابلی	توده محلی کرمانشاه	گزینش	I.R.IRAN	----
کاکا	دسی	اهر، آذربایجان‌شرقی	گزینش	I.R.IRAN	۱۳۴۶
پیروز	دسی	قریه گل، خراسان جنوبی	گزینش	I.R.IRAN	۱۳۴۶
هاشم	کابلی	Flip-84-48C	معرفی	ICARDA	۱۳۷۶
آرمان	کابلی	Flip-90-96C	معرفی	ICARDA	۱۳۸۳
بینالود	کابلی	ILC6266	معرفی	ICARDA	۱۳۸۶

ادامه جدول ۱۰-

نام رقم	تیپ	شجره/ منشا	روش انتخاب	مبدا	سال معرفی*
آزاد	کابلی	Flip-93-93C	معرفی	ICARDA	۱۳۸۷
سارال	کابلی	ILC3470 × ILC8617	معرفی	ICARDA	۱۳۹۲
عادل	کابلی	Flip-99-66C	معرفی	ICARDA	۱۳۹۳
ثمین	کابلی	ILC1799	معرفی	ICARDA	۱۳۹۴
سعید	کابلی	X94th12/Flip90-132C*S91347	معرفی	ICARDA	۱۳۹۵
منصور	کابلی	Flip-9855C	معرفی	ICARDA	۱۳۹۵
آنا	کابلی	Flip-98130* Flip-9723C	معرفی	ICARDA	۱۳۹۶
آتا	کابلی	X03th148	معرفی	ICARDA	۱۳۹۷
نصرت	کابلی	Flip-02-51C	معرفی	ICARDA	۱۳۹۷

* سال های معرفی ارقام بر اساس گزارشات معرفی رقم، بروشورهای موسسات و فهرست ارقام ملی از سایت رسمی موسسه تحقیقات ثبت و گواهی نهال و بذر استخراج شده است.

مختصات محل جمع‌آوری هر نمونه ژنتیکی متشکل از تقسیمات کشوری، مختصات جغرافیایی و ارتفاع محل، مشخصات دقیق شرایط آب و هوایی نظیر میزان رطوبت، تبخیر، میزان بارندگی، حداکثر و حداقل دمای ماهانه و سالانه، مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه نظیر pH، شوری و ...، محل نگهداری نمونه در سردخانه‌های فعال و پایه، موجودی بذرها، تست‌های زیستایی، اطلاعات مربوط به شجره و مشخصات والدین نمونه، اطلاعات مربوط به کلیه نمونه‌های هرباریومی شامل طبقه‌بندی‌های گیاه‌شناسی و تاکسونومیکی، نام علمی و محل نگهداری و داده‌های مبادله ژرم‌پلاسم می‌باشد.

علاوه بر مشخصات فوق داده‌های توصیفی و ارزیابی‌های تخصصی نیز دارای اهمیت هستند زیرا استفاده بهتر و هدفمندتر از نمونه‌های ژنتیکی توسط به‌نژادگران و محققان را موجب می‌شوند. این صفات داده‌های زراعی، واکنش نسبت به بیماری، عملکرد و کیفیت نمونه‌های ژنتیکی را شامل می‌شود. صفاتی که وراثت پذیری بالا داشته، ارزیابی چشمی قابل قبول آنها امکان‌پذیر بوده و در تمام محیط ها تظاهر مطلوب داشته باشند برای شناسائی و تعیین مشخصات عمومی نمونه‌های ژنتیکی به‌کار می‌روند. براساس این صفات

ویژگی‌های نمونه‌های ژنتیکی جمع‌آوری شده از قبیل ارتفاع گیاه، مورفولوژی برگ و گل‌آذین، رنگ گل و تعداد دانه در غلاف یا خوشه توصیف شده و اطلاعات ارزنده ای برای متصدیان و محققین بانک ژن فراهم می‌گردد تا نمونه‌ها را از یکدیگر متمایز نماید. به منظور سهولت و استاندارد کردن مشخصات و صفات گونه‌های زراعی مختلف، موسسه تحقیقات بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی فهرست مفصلی از صفات توصیف کننده یا دیسکریپتور[1] اکثر گونه‌های زراعی و باغی ارائه نموده است که از پرکاربردترین استانداردهای قابل استفاده در بانک ژن هستند. در مورد گیاه نخود نیز توصیف کننده استاندارد توسط موسسه بین‌المللی ذخائر ژنتیکی ارائه شده است (ICARDA, IPGRI and ICRISAT, 1993). جدول ۲ بخش ضمائم لیستی از چگونگی توصیف صفات مورفولوژیک بر اساس این دیسکریپتور بین‌المللی را ارائه می‌دهد. علاوه‌بر آن دستورالعمل‌ها یا دیسکریپتورهائی نیز توسط مجامع بین‌المللی مانند اتحادیه حمایت از ارقام گیاهی[2] منتشر گردیده است. این قبیل دیسکریپتورها مشخصات مهم منابع ژنتیکی گیاهی را که اهمیت به سزایی برای مدیریت حفاظت و بهره‌برداری از منابع ژنتیکی گیاهی دارد فراهم می‌نماید.

مجموعه‌ای از داده‌های ارزیابی‌های صورت گرفته بر روی منابع ژنتیکی هم اکنون از طریق سیستم بین‌المللی اطلاعات محصولات زراعی[3] قابل جستجو و بازیابی است. به عنوان مثال بانک اطلاعات ارزیابی تخصصی نخود[4] ترکیبی از بانکهای اطلاعاتی ایکاردا، یکریست، بانک ژن آمریکا[5] و بانک ژن استرالیا[6] متشکل از ۴۱۷۰۱ نمونه ژنتیکی را مرتبط نموده است که امکان یک جستجوی جامع از منابع ژنتیکی در کلکسیون‌های بزرگ برای صفات مختلف را در اختیار قرارمی‌دهد (http://www.iris.irri.org/ranjanweb/SiteMain.jsp.).

1 - Descriptors
2 - The International Union for the Protection of New Varieties of Plants; UPOV
3 - International Crop Information Systems; ICIS
4 - International Chickpeas Information System; ICHIS
5 - United States Department of Agriculture; USDA
6 - Australian Temperate Field Crops Collection

کشورهای اروپایی و اقیانوسیه به یوریسکو[1] متصل شده‌اند و اطلاعات شناسنامه‌ای و تا حد کمتری اطلاعات ارزیابی‌های عمومی و تخصصی نمونه‌ها در بانک اطلاعات منابع ژنتیکی گیاهی اروپا[2]، وارد شده است. تعدادی از بانک‌های ژن به عنوان مثال پایگاه داده شبکه اطلاعات منابع ژنتیکی آمریکا[3]، راهنمای طبقه بندی شده و به روز برای جنس نخود ارائه می‌دهند، که از طریق آدرس (http://www.ars-grin.gov/ cgi-bin / npgs / html / genform.pl) در دسترس است.

در بانک ژن گیاهی ملی ایران در حال حاضر پایگاه داده منابع ژنتیکی گیاهی که توسط ایکاردا در سال ۱۹۹۴ معرفی شده برای ثبت داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پایگاه داده از اوایل سال ۲۰۱۲، برای ثبت داده‌ها راه اندازی شده و تمام اطلاعات موجود در قالب فایل‌های اکسل موجود به این سیستم انتقال داده شده است. اطلاعات موجود در این پایگاه شامل کدهای شناسایی نمونه های ژنتیکی (موقت و دایم)، داده‌های گیاه‌شناسی(جنس و گونه) و داده‌های محل جمع‌آوری (تقسیمات کشوری، مختصات جغرافیایی و ارتفاع محل)، تاریخ دریافت، محل نگهداری نمونه در سردخانه‌های فعال و پایه، داده‌های مبادله ژرم‌پلاسم و غیره می‌باشد.

جمع‌بندی کلی و چشم‌انداز آینده

تنوع ژنتیکی اساس اصلاح نباتات است، از این‌رو مدیریت موثر و حفظ منابع ژرم‌پلاسم گیاهان زراعی و خویشاوندان وحشی آنها و همچنین ارزیابی و شناخت میزان تنوع ژنتیکی موجود به عنوان یکی از گام‌های پایه‌ای و اساسی برای فراهم سازی امکان بهره‌برداری پایدار از این منابع دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. بهره‌وری پایین حبوبات دانه‌ای به دلیل تنش‌های زنده و غیرزنده همراه با تنوع ژنتیکی محدود در خزانه ژنی زراعی، شناسایی و استفاده از منابع ژرم‌پلاسم متنوع را برای توسعه ارقام پرمحصول با پایه

1 - The European Search Catalogue for Plant Genetic Resources; EURISCO
2 - European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources; ECPGR
3 - Germplasm Resources Information Network; GRIN

ژنتیکی گسترده ضروری می‌کند. با توجه به اینکه مطالعات قبلی حاکی از سودمندی بهره‌برداری از تنوع موجود برای گسترش پایه ژنتیکی نخود است و از آنجایی که تجربیات به دست آمده در تحقیقات صورت پذیرفته بر روی منابع ژنتیکی نخود کشور نشان می‌دهد که تنوع بالقوه نه تنها در میان گونه‌های مختلف بلکه در بین ژنوتیپ‌های مختلف گونه زراعی وجود دارد می توان با انجام فعالیت‌های پیش‌اصلاحی و با بهره‌گیری از ابزارهای نوین مولکولی، از این تنوع برای بالا بردن پایه ژنتیکی ارقام زراعی استفاده نمود. از این‌رو ضرورت دارد تا تمرکز ویژه‌ای در راستای حفاظت موثر و هدفمند از خزانه ژنی این گیاه به ویژه گونه‌های وحشی یک‌ساله به دلیل عدم وجود موانع تلاقی‌پذیری صورت پذیرد. علاوه‌بر این، با توجه به اینکه اکثر صفات مورد دلخواه در خزانه‌های ژنی ثانویه و ثالثیه وجود دارند، نیاز فوری به تقویت کلکسیون‌های موجود از نظر این منابع ژنتیکی با تاکید ویژه برگونه‌های انحصاری و در معرض خطر وجود دارد. توجه ویژه به ویژگی‌های حفاظتی مختلف این گیاه شامل احیا، ارزیابی عمومی، نسخه پشتیبان و حفاظت طولانی مدت، توسعه تکنیک کشت بافت و حفاظت رویشی نمونه‌های وحشی چندساله خویشاوند نخود و توسعه تکنیک حفاظت در محل برای نمونه‌های وحشی چندساله با توجه به محدودیت ها و مشکلات موجود در احیا این منابع ضرورت دارد مدنظر قرار گیرد. شناسایی و ارزیابی دقیق توده‌های بومی و گونه‌های وحشی، کشف خصوصیات آنها از نظر صفات کیفی و تحمل تنش‌های زنده و غیرزنده به منظور استفاده از ظرفیت‌های بالقوه موجود در این منابع، شناسایی و پیاده‌سازی تکنیک‌های غربال‌گری قوی و با کارایی بالا برای غربال‌گری تعداد زیادی ژرم‌پلاسم، استانداردسازی معیارهای انتخاب برای صفات مختلف، استفاده از نشانگرهای DNA ژنومی و تکنیک تعیین توالی برای کشف آلل‌های مفید و افزایش تنوع ژنتیکی از طریق دورگ‌گیری‌های بین و درون گونه‌ای برای پیشبرد اهداف اصلاحی و تامین امنیت غذایی باید در اولویت برنامه‌های تحقیقاتی قرار گیرد و در این مسیر توسعه همکاری‌های مشترک ملی و بین‌المللی بین مؤسسات تحقیقاتی می‌تواند به حفاظت و شناخت موثر ژرم‌پلاسم نخود کمک کند.

فهرست منابع مورد استفاده

۱- آمارنامه جهاد کشاورزی . ۱۳۹۸. جلد اول، محصولات زراعی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶، وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۲- پوراسماعیل،م.، صادق‌زاده اهری، د.، کانونی، ه.، مهدیه، م.۱۳۹۸. شناسایی ژنوتیپ های متحمل به سرما کلکسیون نخود تیپ دسی بانک ژن گیاهی ملی ایران . پـــــــروژه ۳-۰۳-۰۳۱۵-۲۵۸-. ۹۶۱۲۸۵.

۳- پوراسماعیل م.، رستگار، ج. و جعفرآقایی، م. ۱۳۹۶. غربالگری تحمل تنش خشکی در ژنوتیپ‌های نخود تیپ کابلی. مجله به‌نژادی نهال و بذر، جلد ۳۳-۱، شماره ۱، ۳۵۳-۳۷۲.

۴- پوراسماعیل، م.، کانونی، ه.، آسترکی، ح.، حاج حسنی، م.، میرآخورلی، ع.، نصرالهی، م. و مظفری، ج. ۱۳۹۶. ارزیابی پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌های بومی نخود تیپ کابلی در شرایط دیم. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۳۳-۱ (۱): ۲۹-۴۳.

۵- پوراسماعیل، م.، رستگار، ج.، جعفرآقایی، م.، طاهری اردستانی، س. و بختیاری، ف. ۱۳۹۵. غربال گری مرحله دوم گروه‌های دارای ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی انتهای فصل در کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی. گزارش نهایی شماره ۵۰۰۹۶. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۶- پوراسماعیل، م. و زهراوی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپهای نخود دسی. مجله پژوهشهای بهزراعی جلد ۹،شماره ۴.

۷- پوراسماعیل، م.، رستگار، ج. و زنگی آبادی، م. ۱۳۹۳. تنوع ژنتیکی تحمل شوری و ارتباط آن با تولید زیست توده در ژنوتیپ‌های نخود زراعی. مجله به زراعی کشاورزی، جلد ۱۶، شماره ۳.

۸- پوراسماعیل، م.، والیانی ، ا. ۱۳۹۰. تعیین آستانه تحمل شوری در ژنوتیپ‌های نخود زراعی در مرحله جوانه زنی. مجله زیست شناسی کاربردی دانشگاه الزهرا. شماره۲، ۱۲-۳۱.

۹- پوراسماعیل، م.، والیانی، ا.، واعظی، ش. و جعفر آقایی، م.۱۳۸۹ .ارزیابی تنوع صفات مرفولوژیک و شناسایی روابط آنها درکلکسیون هسته نخود کابلی. مجله ژنتیک نوین، جلد ۵، شماره ۱، ۸۹-۹۹.

۱۰- پوراسماعیل، م.، اکبری، م.، واعظی، ش. و شاهمرادی، ش. ۱۳۸۸. اثر گرادیان تنش خشکی بر صفات زراعی نمونه های کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی. مجله علوم زراعی ایران،جلد ۱۱، شماره ۴، ۳۰۷-۳۲۴.

۱۱- پوراسماعیل، م.، رستگار، ج.، جعفرآقایی، م. و زنگی آبادی م. ۱۳۸۹ . ایجاد کلکسیون هسته نخود تیپ کابلی بانک ژن گیاهی ملی ایران و بررسی تحمل به شوری در آن. گزارش نهایی شماره ۸۹/۱۷. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۱۲- جوادی، ف.، حکیمی رضایی، ج. ۱۳۷۸. جمع آوری، ارزیابی، شناسائی تاگزونومیک گونه‌های مختلف جنس نخود در ایران و برآورد روابط بین گونه‌ای. گزارش طرح پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

۱۳- جهان بین، غ.، دادفر، س.، فتحی، الف. ۱۳۷۸. بررسی، ارزیابی، شناسایی تاکسونومیکی گونه‌های مختلف جنس نخود در ایران. گزارش طرح پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

۱۴- جعفرآقایی، م.، جهانگیری، ع.، میر آخورلی، ع.، بهرامی، ن.، محمودی، ف.، کرمی، الف.، پورپیغمبر، م. ج.، اوجانی، ی. ع .۱۳۹۱. احیاء و ارزیابی نخود کابلی ایران به منظور انتخاب لاین‌های اصلاحی. گزارش نهایی شماره ۴۲۷۴۴. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۱۵- جعفرآقایی، م.، جهان بین، غ.، فتحی، الف.، الهیاری، ن. .۱۳۸۶. احیاء و ارزیابی برای تحمل به سرما در کلکسیون نخود بانک ژن گیاهی ملی ایران . گزارش نهایی شماره ۸۶/۵۱۸. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۱۶- جعفرآقایی، م.، میرآخورلی، ع. ۱۳۸۲. احیا نگهداری و ارزیابی تخصصی ذخائی توارثی نخود در شرایط آبی و دیم. گزارش نهایی شماره ۸۲/۳۳۹. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۱۷- زارعی، ک.، جعفرآقایی، م.۱۳۸۷. ارزیابی مورفولوژیکی و سیتوژنتیکی برخی گونه‌های نخود وحشی یک ساله ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۱۸- سعید،ع.۱۳۹۱. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی بررسی خصوصیات زراعی و مقایسه عملکرد دانه لاین‌های نخود کابلی در کشت پاییزه و انتظاری تحت شرایط دیم . انتشارات موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور.

۱۹- صادق‌زاده اهری، د.۱۳۹۱. نتایج تحقیقات به‌نژادی حبوبات دیم در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰. انتشارات موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور.

۲۰- صادق زاده اهری، د.، جهانگیری، ع.، سعید، ع.، کانونی، ه.، کریمی زاده، ر.، پژشکپور، پ.، فرایدی، ی.، محمودی، ع. ا.، شبیری، س.، مصطفایی، ح.، صباغپور، ح.، کرمی، الف.، رستمی، ب.، علیپور، س.، اشرفی، ج.، آرمیون ، م.، بهرامی، ن.، پورعلی بابا، ح.، مهدیه، م.، شهاب، م. و خیرگ، م. ۱۳۹۲. گزارشی از دستاوردهای بیست ساله تحقیقات حبوبات دیم درکشور. پنجمین همایش حبوبات، پردیس کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲۱- صادق‌زاده اهری، د.، پوراسماعیل، م.، عباسی مقدم، ا.، فرایدی، ی .و مهدیه، م.۱۳۹۵ . ارزیابی و گزینش مقدماتی ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در توده‌های بومی نخود کابلی بانک ژن ملی گیاهی ایران .گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی .موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور .شماره ثبت :۵۱۲۴۲

۲۲- کانونی، ه. ۱۳۹۸. نگاه اجمالی به اصلاح نخود در ایران، شماره ۵۵۹۴۵، مرکز فناوری اطالعات و اطلاع رسانی کشاورزی.

۲۳- کانونی ه.، آقایی سربرزه م.۱۳۸۴. نخود. انتشارات طاق بستان . ۱۴۸ صفحه.

۲۴- مفاخری، ن.، پوراسماعیل، م.، منصوری‌فر، س.، اسیلان، ک. ۱۳۹۹. بررسی تنوع صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گونه‌های وحشی نخود با گونه زراعی. مجله پژوهش‌های گیاهی، دوره ۳۳، شماره ۱، ۱۵-۱.

۲۵- مظفری، ج.، مهرابی، ع.، جعفرآقایی، م.، شهریاری، د.، حسن زاده، ع. ۱۳۸۷. ایجاد هسته مرکزی کلکسیون نخود کابلی در بانک ژن گیاهی ملی ایران و ارزیابی آن برای مقاومت به برق‌زدگی نخود. گزارش نهایی شماره ۰۷۷-۸۰-۱۲-۱۱-۱۰۰. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

۲۶- نجفی، ف.، مظفری، ج.، عباسی مقدم، الف.، آقایی، م. ج. و شهریاری، د. ۱۳۸۷ .مقاومت نسبی به دو نژاد ۳ و ۶ قارچ *Ascochyta rabiei* در هسته مرکزی کلکسیون نخود کابلی ایران. هجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران .

۲۷- وفائی، ح.، رضائی، س.، عباسی مقدم، الف.، زمانی زاده، ح.۱۳۹۶. غربالگری ژرم‌پلاسم‌های نخود برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری برق‌زدگی. آفات و بیماری‌های گیاهی. دوره ۸۵، شماره ۱، ۱۱۰-۹۷.

۲۸- وندکریمی، ع.، پوراسماعیل، م.، واعظی، ش. و ابراهیمی، آ. ۱۳۹۴. ارزیابی و مقایسهٔ شاخص های تحمل خشکی در ژنوتیپ های نخود تیپ دسی با استفاده از روش های آماری چندمتغیره. علوم گیاهان زراعی ایران، ۶۴(۲): ۱۶۹-۱۷۹.

29- Ali, M.A., Abbas, A., Niaz, S.H., Zulkiffal, M. and Ali, Sh. 2009. Morpho-physiological criteria for drought tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor*) at seedling and post-anthesis stages. Int J Agri Biol. 11: 674-680.

30- Ahmad F. 1989. The chromosomal architecture of C. anatolicum Alef., a wild perennial relative of chickpea. Cytologia, 54: 753-757.

31- Ahmad, F. and Slinkard, A. E. 1992. Genetic relationships in the genus *Cicer* L. as revealed by polyacrylamide gel electrophoresis of seed storage proteins. Theoretical and Applied Genetics, 84(5- 6): 688-692.

32- Aparicio-Fernandez, X., Reynoso-Camacho, R., Castano Tostado, E., Garcia-Gasca, T., Gonzalez de Mejie, E., Guzman-Maldonado, S., Elizondo, G., Yousef, G.G., Lila, M.A. and Loarca-Pina, G. .2008 Antiradical capacity and Induction of apoptosis in HeLa cells by a *Phaseolus vulgaris* extract. Plant Foods for Human Nutrition. 63: 35-40.

33- Archaka S., Tyagia R.K., Harerb P.N., Mahaseb L.B., Singha N., Dahiyaa O. P., Nizarc M. A., Singh M., Tilekarb V., Kumara V., Duttaa M., Singh N. P., Bansala K. C. 2016. Characterization of chickpea germplasm conserved in the Indian National Genebank and development of a core set using qualitative and quantitative trait data. The Crop Journal, 4: 417-424.

34- Bains N.S., Singh S., and Dhillon B.S. 2012. Enhanced utilization of plant genetic resources in crop improvement programmes. Indian Journal of Plant Genetic Resources. 25(1): 52–62.

35- Bajji, M., Lutts, S. and Kinet, J.M. 2000. Physiological changes after exposure to and recovery from polyethylene glycol-induced water deficit in callus cultures issued from durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars differing in drought resistance. Journal of Plant Physiology. 156: 75-83.

36- Bayoumi, T.Y., Eid, M.H. and Metwali, E.M. 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. African Journal of Biotechnology. 7: 2341-2352.

37- Basu P.S., Ali M., and Chaturvedi S.K. 2009. Terminal heat stress adversely affects chickpea productivity in Northern India. Strategies to improve thermotolerance in the crop under climate change. In 'ISPRS Archives XXXVIII-8/W3 Workshop Proceedings: impact of climate change on agriculture'. (Eds S Panigrahy, SR Shankar, JS Parihar) pp. 189–193. (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing: New Delhi, India)

38- Berger J., Abbo S., and Turner N.C. 2003. Ecogeography of annual wild *Cicer* species: the poor state of the world collection. Crop Science. 43: 1076-1090.

39- Biabani A., Carpenter-Boggs L., Coyne C. J., Taylor L., Smith J. L., and Higgins S. 2011. Nitrogen fixation potential in global chickpea mini-core collection. Biology and Fertility of Soils, 47:679-685.

40- Bharadwaj C., Srivastava R., Chauhan S. K., Satyavathi C. T., Kumar J., Faruqui A., Yadav S., Rizvi A. H. and Kumar T. 2011. Molecular diversity and phylogeny in geographical collection of chickpea (Cicer sp.) accessions. J. Genet., 90: e94-e100.

41- Brink, M., and Belay G., (editores). 2006. Plant resources of tropical Africa. Cereals and Pulses. Backhuys Publisher, Wageningen, Netherland, 298 pp.

42- Brown, A. H. D.1989. Core collection: A practical approach to genetic resourcers management. Genome, 31: 818-824.

43- Canci H, Toker C. 2009. Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agronomy and Crop Science. 195(1):47–54.

44- Chaturvedi S. K., and Nadarajan A. 2010. Genetic enhancement for grain yield in chickpea accomplishments and resetting research agenda. Electronic Journal of Plant Breeding, 14: 611-615.

45- Choudhary P., Khanna S. M., Jain P. K., Bharadwaj C., Kumar J., Lakhera P. C. and Srinivasan R. 2012. Genetic structure and diversity analysis of the primary gene pool of chickpea using SSR markers. Genetics and Molecular Research, 11: 891-905.

46- Clarke H. J., Kumari M., Khan T. N. and Siddique K.H. M. 2011. Poorly formed chloroplasts are barriers to successful interspecific hybridization in

chickpea following in vitro embryo rescue. Plant Cell Tissue Organ Culture, 106:465–473.

47- Croser, J.S., F. Ahmad, H. J. Clarke and K. H. M. Siddique, 2003. Utilisation of wild *Cicer* in chickpea improvement - progress, constraints and prospects. Australian Journal of Agricultural Research, 54: 429 – 444.

48- Dong, M., He, X. and Liu, R.H. 2010. Phytochemicals of black bean seed coats: isolation, structure elucidation and their antiproliferative and antioxidative activities. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55 (15): 6044-6051.

49- FAO, 2019. FAOSTAT Statistical Database of the United Nation Food and Agriculture Organization (FAO) statistical division. Rome. http://www.fao.org/faostat/en/search/Chickpeas

50- FAO. 2010. The second report on the state of the worlds plant genetic resources for food and agriculture. Commission on genetic resources for food and agriculture. Rome, Italy.

51- FAO. 2014. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rev. ed. Rome.

52- Frankel O. H. and A. H. D. Brown. 1984. Plant genetic resources today: a critical appraisal. In: Holden J. H. W. and Williams J. T. (eds.), Crop genetic resources: Conservation and evaluation. Allen and Unwin, Winchester, MA .Pp.249-268.

53- Garzón-Tiznado, Ochoa-Lugo M., Heiras-Palazuelos M., Domínguez-Arispuro D., Rodríguez E., Gutiérrez-Dorado R., Milán-Carrillo J. and Reyes-Moreno C. 2012. Acceptability Properties and Antioxidant Pontential of Desi Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. *Food and Nutrition Sciences*, 3 (9):1281-1289.

54- Gastel A.J.G., Bishaw Z., Niane A.A., Gregg B.R., and Gan Y. 2007. Chickpea seed production. In: Chickpea breeding and management (Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., and Sharma B., Edit.), Pp. 417-441. CAB International, London, UK.

55- Gaur P.M., Jukanti A.K., Srinivasan S., Chaturvedi S.K., Basu P.S., Babbar. 2014. A climate change and heat stress tolerance in chickpea. In: Climate change and plant abiotic stress tolerance. Tuteja, N, Gill, SS(eds). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim, pp. 839-855.

56- Gaur PM, Tripathi S, Gowda CLL, Ranga Rao GV, Sharma HC, Pande S and Sharma M. 2010. Chickpea Seed Production Manual. Patancheru 502 324,

Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 28 pp.

57- Gaur P.M., Gowda C.L.L., Knights E.J., Warkentin T., Açikgöz N., Yadav S.S. and Kumar J.2007. Breeding Achievements. In: Chickpea breeding and management (Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., and Sharma B., Edit.), Pp. 391-416. CAB International, London, UK.

58- GCDT 2008. Global strategy for the ex situ conservation of chickpea. Global Crop Diversity Trust, Rom, Italy, 54pp https://www.croptrust.org/wp/wp-tent/uploads/2014/12/CicerStrategy-FINAL-Dec08.pdf.

59- Hannan R. M., Kaiser W. J., and Muehlbauer F. J.1994. Development and utilization of USDA chickpea germplasm core collection. Agronomy Abstracts, 219.

60- Heimler, P., Vignolini, M., Dini, G. and Romani, A. 2005. Rapid Tests to Assess the Antioxidant Activity of Phaseolus vulgaris L. Dry Beans. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 3053-3056.

61- Herridge D.F.2013. Northern region nitrogen fixation and N benefits of chickpeas and faba beans in northern farming system. Nitrogen fixation fact sheet, Grains Research and Development Corporation.

62- Holbrook C. C. and Dong W. 2005. Development and evaluation of mini core collection for the U.S. peanut germplasm collection. Crop Science, 45: 1540-1544.

63- Hulse J. H. 1994. Nature, composition, and utilization of food legumes. In: Muehlbauer F. J.and Kaiser W. J. (eds.), Expanding the production and use of cool season food legumes. Dordrecht: Springer.

64- Humeid B., Robertson L. D., Valkoun J. and Konopka J. 1998. Multiplication and rejuvenation of genetic resources at ICARDA.In: Engels, J.M.M. and Ramanatha Rao R. (eds.), Regeneration of seed crops and their wild relatives. Proceedings of a Consultation Meeting 4–7 December1995 ICRISAT, Hyderabad, India. Pp65- 76.

65- ICARDA, IPGRI and ICRISAT.1993. Descriptors for Chickpea. Rome, Italy.

66- Imtiaz M., Kharkwal M.C., and Upadhyaya H. D. 2009. Key access and utilization descriptors for chickpea genetic resources.

67- Imtiaz M., Malhotra R. S., and Yadav S. S. 2011. Genetic adjustment to changing climates: chickpea. In: Crop adaptation to climate change (Yadav S. S., Redden R., Hatfield J.L., Lotze-Campen H., Hall A. J. W. (Editors)), Wiley-Blackwell.

68- IPGA (Indian Pulses and Grains Association). 2017. Chickpea. http://ipga.co.in/chickpeas/. accessed on : 2020-03-01.

69- Jhanwar, Sh., Priya P., Garg R., Parida S.K., Tyagi A. K. and Jain M. 2012. Transcriptome sequencing of wild chickpea as a rich resource for marker development. Plant Biotechnology Journal, 10: 690–702.

70- Joshi, P.K., Parthasarathy Rao, P., Gowda, C.L.L., Jones, R.B, Silim, S.N., Saxena, K.B., and Jagdish Kumar. 2001. The world chickpea and pigeonpea economies: facts, trends, and outlook. Patancheru 502324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 68 pp.

71- Jukanti A. K., Gaur P. M., Gowda C. L. L., and Chibbar R. N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. British Journal of Nutrition, 108: S11–S26.

72- Kaiser W J., Hellier B.C., Hannan R.M. and Muehlbauer F.J. 1997. Growing techniques in conservation of wild perennial Cicer species in US Pacific Northwest. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter (ICPN) 4:7-8.

73- Kameswara, R. N. and Bramel, P. J. 2000. Manual of gene bank operation and procedors. Thechnical manual, no:6, ICARDA.

74- Kameswara Rao N. and Sastry D.V.S.S.R. 1998. Seed quality considerations in germplasm regeneration. In: Engels J.M.M. and Ramanatha Rao R. (eds.), Regeneration of seed crops and their wild relatives. Proceedings of a Consultation Meeting 4–7 December 1995 ICRISAT, Hyderabad, India Pp149-154.

75- Kanouni, H., M. Khalily and R. S. Malhotra. 2009. Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science.5 (2): 250-254.

76- Kibert K. T. 2011. Development and utilization of genetic diversity based Ethiopian chickpea germplasm core collection foe association mapping. PhD thesis, Hyderabad, India, ICRISAT.

77- Kumar S., Gupta S. and Singh B. B. 2004. How wide the genetic base of pulse crops is: Pulses in new perspective; In: Ali M., Singh B. B., Kumar S. and Dhar V. (eds.): Proceedings of the National Symposium on Crop Diversification and Natural Resources Management Kanpur, India, 221-217.

78- Li J., Liu K., Zhang J., Huang L., Coulter J.A., Woodburn T., Li L., and Gan Y. 2018. Soil–plant indices help explain legume response to crop rotation in a semiarid environment. Frontiers in Plant Science, 9:1488.

79- Malhotra, R. S., Singh, K. B., Vito, M., Greco, N., and Saxena,M.C. 2002. Registration of ILC10765 and ILC 10766 chickpea germplasm lines resistant to cyst nematode. Crop Sci. 42, 1756.

80- Mallikarjuna N., Coyne C., Cho S., Rynearson Sh., Rajesh P. N., Jadhav D. R., and Muehlbauer F. J. 2011. Cicer. In: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, pp 63-82.

81- Mallikarjuna, N., Jadhav D., Nagamani V., Amudhavalli C.and Hoisington D.A., 2007. Progress in interspecific hybridization between *Cicer arietinum* and wild species *C. bijugum*. Journal of SAT Agricultural Research, 5(1): 1-3.

82- Malunga L.N., Bar-El S.D., Zinal E. 2014. The potential use of chickpeas in development of infant follow-on formula. Nutrition Journal 13: 8.

83- Gabrielyan E. .1989. The Red data book of Armenia SSR, 1989, Yerevan, ۲۸٤ pp .

84- Mantri N.L., Ford R., Coram T.E. 2007. Transcriptional profiling of chickpea genes differentially regulated in response to high-salinity, cold and drought. BMC Genomics 8: 303.

85- Maqbool M. A., Aslam, M. and Ali, H. 2017. Breeding for improved drought tolerance in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant Breeding.136: 300–318.

86- Merga B. and Haji J. 2019. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. Cogent Food and Agriculture, 5:1, 1615718.

87- Millan, T., Clarke, H.J., Siddique, K.H., Buhariwalla, H.K., Gaur, P.M., Kumar, J., Gil, J., Kahl, G. and Winter, P., 2006. Chickpea molecular breeding: new tools and concepts. Euphytica.147:81-103.

88- Muehlbauer, F. J. 1993. Use of wild species as asource of resistance in cool season food legume crops. In: Sing K.B. and Saxena M.C. (eds.), Breeding for stress tolerance in cool season food legumes, Pp .359-372.

89- Ocampo, B., Robertson L. D., and Singh K. B., 1998. Variation in seed protein content in the annual wild *Cicer* species. Journal of the Science of Food and Agriculture, 78(2): 220-224.

90- Pande S., and Sharma M. 2014. Resistance to Ascochyta blight in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Legume perspectives. The journal of the International Legume Society, Issue 3, PP 20-22 (http://www.ias.csic.es/grainlegumesmagazine/legum_perspect_3.pdf)

91- Parthasarathy Rao P, Birthal PS, Bhagavatula S and Bantilan MCS. 2010. Chickpea and Pigeonpea Economies in Asia: Facts, Trends and Outlook.

Patancheru 502324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 76 pp.

92- Peleg Z. Shabtay A., Abbo Sh. 2015. Allelic diversity between and within three wild annual Cicer species. Genet Resour Crop Evol. 62:177–188.

93- Philip, D. A., Lsdorf, M. and Ahmad M. 2007. Wild relatives and biotechnological approaches. In: Yadav, Sh. S., McNeil, D. and; Stevenson Ph. C. (eds.), Lentil: An ancient crop for modern times, pp: 225–240.

94- Pourcel, L., Routaboul J., Cheynier V., Lepiniec L., and Debeaujon I. 2006. Flavonoid oxidation in plants: from biochemical properties to physiological functions. Trends in Plant Science. 12 (1): 29-36.

95- Pouresmael M., Khavari-Nejad R. A., Mozafari J., Najafi F., and Moradi F., 2012a. Wild *Cicer* species response to drought stress through different mechanisms. Advances in Environmental Biology. 6(11): 2966-2975.

96- Pouresmael M., Khavari-Nejad R.A., Mozafari J., Najafi F. and Moradi F.2012b Identification of drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. The Crop Breeding. 2(2):101-110.

97- Pouresmael M., Khavari-Nejad R.A., Mozafari J., Najafi F. and Moradi F.2013. Efficiency of screening criteria for drought tolerance in chickpea. Archives of Agronomy and Soil Science.59 (12): 1675-1693.

98- Pouresmael M., Khavari-Nejad R.A., Mozafari J., Najafi F. and Moradi F. 2015.Identification of possible mechanisms of chickpea (*Cicer arietinum* L.) drought tolerance using cDNA-AFLP. Journal of Agriculture Science and Technology. 17(5):1303-1317.

99- Pouresmael M., Kanouni H., Hajihasani M., Astraki H., Mirakhorli A., Nasrollahi M., Mozaffari J. 2018. Stability of chickpea landraces in National Plant Gene Bank of Iran for drylands. Journal of Agriculture Science and Technology, 20(2): 387-400.

100- Rachwa-Rosiak D., Nebesny E., and Budryn G. 2015. Chickpeas—Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 55(8):1137-1145.

101- Redden R.J. and Berger J.D. 2007. History and Origin of Chickpea In: Chickpea breeding and management (Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., and Sharma B., Edit.), Pp. 1-13. CAB International, London, UK.

102- Robertson L.D., Ocampo B., and Singh K.B. 1997. Morphological variation in wild annual Cicer species in comparision to the cultigen. Euphytica. 95: 319.

103- Schulz E., Tohge T., Zuther E., Fernie A. R., and Hinchaa D. K., 2016. Flavonoids are determinants of freezing tolerance and cold acclimation in *Arabidopsis thaliana*. Scientific Reports, 6: 34027.

104- Segev, A., Badani, H., Kapulnik, Y., Shomer, I., Oren-Shamir, M. and Galili, S. 2010. Determination of polyphenols, flavonoids and antioxsidant capacity in colored chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal Food Science. 75: 115-119.

105- SGSV. Data Portal [http://www.nordgen.org/sgsv], page last modified: 2010-07-11, accessed on:2019-10-13.

106- Sharma Sh., Upadhyaya H. D., Varshney R. K. and Gowda C. L. L. 2013b. Pre-breedingfordiversificationofprimarygenepoolandgeneticenhancementofgrainlegumes .Frontiers in Plant Science, 4, 309.

107- Sharma H.C., Bhagwat M.P., Pampapathy G. 2006. Perennial wild relatives of chickpea as potential sources of resistance to *Helicoverpa armigera*. Genetic Resource and Crop Evolution. 53, 131.

108- Sharma Sh., Upadhyaya H. D., Roorkiwal M., Varshney R. K. and Laxmipathi Gowda C. L. 2013a. Chickpea. In: Singh M., Upadhyaya H. D., and Bisht I. S.(eds.), Genetic and genomic resources of grain legume improvement. Pp. 81-۱۱۳. Elsevier

109- Shun, Y.M., wen, Y.H. and Yongcy jian, G.S. 2003. Two benzyl dihydroflavones from phellinus igniarius. Chinese Chemical Letters. 14 (8): 810-813.

110- Singh, K.B.1990. Winter chickpea: problems and potential in the Mediterranean region. Options Mediteraneees.9:25-34.

111- Singh, K.B., Malhotra, R.S., Halila, M.H., Knights, E.J. and Verma, M.M., 1993. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica, 73:137-149.

112- Singh, K.B., and M.C. Saxena. 1996.Winter chickpea in Mediterranean type environments. ICARDA.Aleppo. Syria.38pp.

113- Singh R., Sharma P., Varshney R. K., S. K. Sharma and Singh N. K. 2008. Chickpea improvement: Role of wild species and genetic markers. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews, 25:1, 267-314.

114- Singh M., Bhardwaj C., Singh S., Panatu S., Chaturvedi S. K., Rana J. C., Rizvi A. H., Kumar N., and Sarker A., 2016. Chickpea genetic resources and

its utilization in India: Current status and future prospects. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 76(4): 515-529.

115- Smýkal P.,Coyne C. J., Ambrose M. J., Maxted N., Schaefer H., Blair M. W., Berger J., Greene S. L., Nelson M. N., Besharat N.,Vymyslický T.,Toker C., Saxena R.K., Roorkiwal M., Pandey M. K.,Hu J., Li Y. H.,Wang L. X., Guo Y., Qiu L. J., Redden R.J. and Varshney R. K. 2015. Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. Critical Reviews in Plant Sciences, 34 (1-3), 43-104.

116- Stenhouse J. W. and Kameswara Rao N. 1998. Germplasm regeneration at ICRISAT. In: Regeneration of seed crops and their wild relatives. (Engels, J.M.M. and R. Ramanatha Rao,editors). Proceedings of a Consultation Meeting 4–7 December 1995, ICRISAT, Hyderabad, India Pp77-80.

117- Van der maesen L.J.G, Maxted N., Javadi F., Coles S., and Davies A.M.R. 2007. Taxonomy of the Genus Cicer Revisited. In: Chickpea breeding and management (Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., and Sharma B., Edit.), Pp. 14-47. CAB International, London, UK.

118- Verma M. M., Sandhu J. S., Brar H. S. and Brar J. S. 1990. Crossability studies in different species of *Cicer* (L.). Crop Imprv., 17: 179-181.

119- Upadhyaya H. D., Dwivedi S. L., Baum M., Varshney R. K., Udupa S. M., Gowda Ch. L.L., Hoisington D., and Singh S. 2008. Genetic structure, diversity, and allelic richness in composite collection and reference set in chickpea (*Cicer arietinum* L.). BMC Plant Biology, 8:106-118.

120- Upadhyaya, H. D. 2008. Crop Germplasm and wild relatives: a source of novel variation for crop improvement. Korean J. Crop Sci. ۵۳, ۱۲–.۱۷

121- Upadhyaya, H. D., Bramel, P.J. and Singh, S. 2001. Development of chickpea core subset using geographic distribution and quantitative traits. Crop Science. 41: 206-210.

122- Upadhyaya.H.D., Ortiz.R. 2001. A mini subset for capturing diversity and promoting utilization of Chickpea genetic resources in crop improvement. Theoretical Applied Genetics. 102:1292-1298.

123- Wallace T. C., Murray R., and Zelman K. M. 2016. The Nutritional value and health benefits of chickpeas and hummus. Nutrients, 8: 766.

124- Wang J, Gan YT, Clarke F, McDonald C.L. 2006. Response of chickpea yield to hightemperature stress during reproductive development. Crop Science. 46, 2171–2178.

125- Westengen O.T., Jeppson S., and Guarino L. 2013. Global Ex-Situ Crop Diversity Conservation and the Svalbard Global Seed Vault: Assessing the Current Status. Plos One 8(5): e64146.

126- Williams P.C., Bhatty R.S., Deshpande S.S., Hussein L.A., Savage G.P. 1994. Improving nutritional quality of cool season food legumes. In: Muehlbauer F.J., Kaiser W.J. (eds) expanding the production and use of cool season food legumes. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, vol 19. Springer, Dordrecht .

127- Wood J. A., and Grusak M. A. 2007. Nutritional value of chickpea. In: Chickpea breeding and management (Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., and Sharma B., Edit.), Pp. 101-142. CAB International, London, UK.

128- Xu, B.J. and Change, S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affect by extraction solvents. Journal Food Science. 72: (2): 159-166.

129- Xu, B.J., Yuan, S.H. and Change, S.K.C. 2007. Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity and color of cool season legumes and other selected food legumes. Journal Food Science. 72: 167-177.

130- Yadav, S.S., Redden, R.J., Chen, W., and Sharma, B. 2007.Chickpea breeding and management. CAB, International. Wallingford, UK.

131- Yadav, S. S., Kumar, J., Turner, N. C., Berger, J., Redden, R., McNeil, D. 2004. Breading for improved productivity, multiple resistance and wide adaptation in chickpea (*Cicer arietinu*m L.). Plant Genet. Resour. Charact. Util. 2, 181–187. doi: 10.1079/PGR200448

ضمائم

جدول ۱- جنس و گونه گیاهان زراعی که در لیست ضمیمه ۱معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی در سیستم چند جانبه مبادله ژرم‌پلاسم قرار دارد.

FOOD CROPS	Genus	Observations
Breadfruit	*Artocarpus*	Breadfruit only
Asparagus	*Asparagus*	
Oat	*Avena*	
Beet	*Beta*	
Brassica complex	*Brassica* et al.	Genera included are: *Brassica, Armoracia,Barbarea, Camelina, Crambe, Diplotaxis,Eruca, Isatis, Lepidium, Raphanobrassica,Raphanus, Rorippa*, and *Sinapis*; this comprises oilseed and vegetable cabbage, rapeseed, crops such as radish, and mustard, cress, rocket, turnip; the species *Lepidium meyenii* (maca) is excluded
Pigeon Pea	*Cajanus*	
Chickpea	*Cicer*	
Citrus	*Citrus*	Genera *Poncirus* and *Fortunella* are includedas root stock
Coconut	*Cocos*	
Major aroids	*Colocasia, Xanthosoma*	Major aroids include taro, cocoyam, dasheen and tannia
Carrot	*Daucus*	
Yams	*Dioscorea*	
Finger Millet	*Eleusine*	
Strawberry	*Fragaria*	
Sunflower	*Helianthus*	
Barley	*Hordeum*	
Sweet Potato	*Ipomoea*	

ادامه جدول ۱

FOOD CROPS	***Genus***	**Observations**
Grass pea	*Lathyrus*	
Lentil	*Lens*	
Apple	*Malus*	
Cassava	*Manihot*	*Manihot esculenta* only
Banana / Plantain	*Musa*	Except *Musa textilis*
Rice	*Oryza*	
Pearl Millet	*Pennisetum*	
Beans	*Phaseolus*	Except *Phaseolus polyanthus*
Pea	*Pisum*	
Rye	*Secale*	
Potato	*Solanum*	Section tuberosa included, except *Solanum phureja*
Eggplant	*Solanum*	Section melongena included
Sorghum	*Sorghum*	
Triticale	*Triticosecale*	
Wheat	*Triticum* et al.	Including *Agropyron, Elymus*, and *Secale*
Faba Bean /Vetch	*Vicia*	
Cowpea et al.	*Viana*	
Maize	*Zea*	Excluding *Zea perennis, Zea diploperennis*, and *Zea luxurians*

ادامه جدول ۱- جنس و گونه گیاهان علوفه‌ای که در لیست ضمیمه ۱معاهده بین‌المللی منابع ژنتیکی غذا و کشاورزی در سیستم چند جانبه مبادله ژرم‌پلاسم قرار می‌گیرد

Genera	Species
LEGUME FORAGES	
Astragalus	*chinensis, cicer, arenarius*
Canavalia	*ensiformis*
Coronilla	*varia*
Hedysarum	*coronarium*
Lathyrus	*cicera, ciliolatus, hirsutus, ochrus, odoratus, sativus*
Lespedeza	*cuneata, striata, stipulacea*
Lotus	*corniculatus, subbiflorus, uliginosus*
Lupinus	*albus, angustifolius, luteus*
Medicago	*arborea, falcata, sativa, scutellata, rigidula, truncatula*
Melilotus	*albus, officinalis*
Onobrychis	*viciifolia*
Ornithopus	*sativus*
Prosopis	*affinis, alba, chilensis, nigra, pallida*
Pueraria	*phaseoloides*
Trifolium	*alexandrinum, alpestre, ambiguum, angustifolium, arvense, agrocicerum, hybridum, incarnatum, pratense, repens, resupinatum, rueppellianum, semipilosum, subterraneum, vesiculosum*
GRASS FORAGES	
Andropogon	*gayanus*
Agropyron	*cristatum, desertorum*
Agrostis	*stolonifera, tenuis*
Alopecurus	*pratensis*
Arrhenatherum	*elatius*
Dactylis	*glomerata*
Festuca	*arundinacea, gigantea, heterophylla, ovina, pratensis, rubra*
Lolium	*hybridum, multiflorum, perenne, rigidum, temulentum*
Phalaris	*aquatica, arundinacea*
Phleum	*pratense*
Poa	*alpina, annua, pratensis*
Tripsacum	*laxum*
OTHER FORAGES	
Atriplex	*halimus, nummularia*
Salsola	*vermiculata*

جدول ۲- کدهای ارزیابی عمومی (گروههای فنوتیپی مختلف)
صفات کیفی در نخود مطابق دستور العمل IPGRI

صفت	گروههای فنوتیپی
عادت رشد	۱– ایستاده، ۲– نیمه ایستاده، ۳– نیمه خوابیده، ۴– خوابیده–خزنده
کرک برگ	۳– کرک کم، ۵- کرک متوسط، ۷– کرک متراکم
رنگدانه ساقه	۱– فاقد آنتوسیانین، برگ ها و ساقه کاملاً سبز، ۳– آنتوسیانین کم، قسمتی از برگها و ساقه ارغوانی، ۵– آنتوسیانین زیاد، برگها و ساقه غالباً ارغوانی
تعداد گل و نیام در خوشه	۱ – تعداد یک گل و نیام در خوشه ۲ – حداقل ۱۰ درصد خوشه ها دارای دو گل و یا نیام
بافت پوسته	۱– سخت، ۲– نرم، ۳– غده‌ای
تعداد برگچه در هر برگ	۱– ۵ تا ۷ عدد، ۲– ۷ تا ۹ عدد، ۳– ۹ تا ۱۱ عدد، ۴- ۱۱ تا ۱۳ عدد، ۵– بیش از ۱۳ عدد
اندازه برگچه	۳– کوچک (۱۰mm > طول و ۴mm > عرض)، ۵– متوسط، ۷– بزرگ (۱۵mm < طول و ۱۲mm < عرض)
اندازه نیام	۳– کوتاه (۱۵mm > طول)، ۵– متوسط، ۷– بلند (۲۰mm < طول)
رنگ بذر	۱– سیاه، ۲– قهوه‌ای، ۳– قهوه‌ای روشن، ۴– قهوه‌ای تیره، ۵– قهوه‌ای مایل به قرمز، ۶– قهوه‌ای مایل به خاکستری، ۷– قهوه‌ای عنابی، ۸– خاکستری، ۹– قهوه‌ای بژ، ۱۰– بژ، ۱۱– زرد، ۱۲– زرد روشن، ۱۳– زرد قهوه‌ای، ۱۴– زرد نارنجی، ۱۵– نارنجی، ۱۶– زرد بژ، ۱۷– سفید عاجی، ۱۸– سبز، ۱۹– سبز روشن، ۲۰– متنوع، ۲۱– موزائییک سیاه و قهوه‌ای، ۲۲– زرد خاکستری
تیپ برگی	۱– یکبار شانه‌ای (نرمال)، ۲– ساده، ۳– چند بار شانه‌ای
شکل برگچه	۱– دندانه‌دار، ۲– بیضی شکل
شکل گوشوارک	۱– گرد، ۲– تخم مرغی، ۳– دودندانه‌ای، ۴– دندانه دار، ۵– مثلثی، ۶– خیلی بزرگ اندازه برگچه، ۷– نصف اندازه برگچه
اندازه گوشوارک	۳– کوچک (زیر ۲ میلی‌متر)، ۵– متوسط (۲ تا۳ میلی‌متر)، ۷– بزرگ (۵ تا۷ میلی متر)
رنگ گل	۱– آبی، ۲– بنفش، ۳– صورتی، ۴– ارغوانی، ۵– سفید
شکل دانه	۱– زاویه‌دار نوک تیز، ۲– شکل سرگرد نامنظم، ۳– نخود فرنگی شکل
وجود دانه‌های سیاه روی دانه	۱- وجود، ۲- عدم وجود
شکوفانی نیام	۱-وجود (شکوفایی بیشتر از ده درصد)، ۲- عدم وجود (شکوفائی کمتر از ده درصد)

Ministry of Agriculture - Jahad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Seed and Plant Improvement Institute

Chickpea Genetic Resources;

Conservation and its Importance

By:

Masoumeh Pouresmael

2021