



سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی
پژوهشکده پسته

معرفی پایه‌ها و ارقام پسته آمریکا و مقایسه آنها با شرایط ایران

حجت هاشمی نسب مریم افروشه

اعضای هیأت علمی بخش ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده پسته



تیر ۱۳۹۷

دستنامه علمی

معرفی پایه‌ها و ارقام پسته آمریکا و مقایسه آنها با شرایط ایران

نویسندگان:

حجت هاشمی نسب مریم افروشه

اعضای هیأت علمی بخش ژنتیک و به‌نژادی پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی،
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

انتشارات:

مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی

چاپ اول ۱۳۹۷

الحمد لله
الرحمن الرحيم



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه‌ای بر تاریخچه گسترش و اهمیت پسته در آمریکا.....	۱
۱- مقدمه.....	۱
۱-۱- تاریخچه گسترش و اهمیت پسته در آمریکا.....	۲
فصل دوم: ارقام پسته آمریکا.....	۸
۲- تاریخچه ارقام و اهداف اصلاحی.....	۸
۱-۲- ارقام پسته آمریکا.....	۹
۱-۲-۱- رقم کرمان.....	۹
۱-۲-۲- ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز.....	۱۳
۱-۲-۳- رقم گامدروپ.....	۱۸
۱-۲-۴- رقم پیتر ۱.....	۱۹
۱-۲-۵- ارقام پسته منسوخ شده آمریکا.....	۲۰
۲-۲- ارقام گرده دهنده آمریکا.....	۲۱
۱-۲-۲- رقم پیترز.....	۲۱
۲-۲-۲- رقم راندی.....	۲۳
۳-۲-۲- رقم فاموسو.....	۲۳
۴-۲-۲- رقم تجون.....	۲۵
۵-۲-۲- سایر ارقام و ژنوتیپ‌های نر آمریکا.....	۲۵
فصل سوم: پایه‌های پسته آمریکا.....	۲۷
۳- پایه‌ها.....	۲۷
۱-۳- اهمیت پایه‌ها.....	۲۷
۲-۳- تاریخچه پایه‌ها در آمریکا.....	۲۸
۳-۳- پایه‌های پسته آمریکا.....	۳۰
۱-۳-۳- پایه تربینتوس.....	۳۰
۲-۳-۳- پایه آتلانتیکا.....	۳۱
۳-۳-۳- پایه چینی.....	۳۳
۴-۳-۳- پایه اینتگریم (PGI).....	۳۳

۳۵	 پایه‌های هیبریدی (UCB1 و PGII) ۵-۳-۳
۳۵	 PGII پایه هیبریدی ۱-۵-۳-۳
۳۶	 UCB1 پایه هیبریدی ۲-۵-۳-۳
۳۷	 UCB1 روش‌های تکثیر در پایه ۱-۲-۵-۳-۳
۴۰	 UCB1 سرعت رشد رویشی و عملکرد در پایه ۲-۲-۵-۳-۳
۴۳	 UCB1 تحمل به تنش‌های غیر زیستی ۳-۲-۵-۳-۳
۴۳	 تحمل به سرما ۱-۳-۲-۵-۳-۳
۴۸	 تحمل به شوری ۲-۳-۲-۵-۳-۳
۵۰	 تحمل به خشکی ۳-۳-۲-۵-۳-۳
۵۱	 UCB1 تحمل به تنش‌های زیستی (بیماری‌ها) ۴-۲-۵-۳-۳
۵۱	 بیماری‌های خاکزاد متداول ۱-۴-۲-۵-۳-۳
۵۳	 UCB1 تحمل به سندروم بوشی تاپ ۲-۴-۲-۵-۳-۳
۵۵	 UCB1 جذب عناصر غذایی در پایه ۵-۲-۵-۳-۳
۵۵	 UCB1 گسترش پایه در ایران فرصت یا چالشی دیگر ۶-۲-۵-۳-۳
۵۶	 پایه‌های جدید آمریکا ۶-۳-۳
۵۹	 نتیجه‌گیری ۴
۵۹	 منابع ۵

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱. متوسط تولید پسته در کشورهای مختلف دنیا از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۴ (آمارنامه فائو، ۲۰۱۷).....	۲
شکل ۲. برخی از محصولات فراآوری شده از پسته در آمریکا و سراسر جهان.....	۴
شکل ۳. مبدأ و محل پیدایش و گسترش پسته در دنیا و هم عرضی آن به ویژه شهرستان رفسنجان با ایالت کالیفرنیا آمریکا.....	۵
شکل ۴. سطح زیر کشت درختان بارور و میزان تولید پسته آمریکا از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶.....	۷
شکل ۵. برخی از خسارات ناشی از برداشت دیر هنگام در باغات آمریکا که لزوم استفاده از ارقام زودرس را مشهودتر کرده است.....	۹
شکل ۶. دکتر ویلیام وایت هوس (سمت چپ) کسی که بذور مختلف پسته را در سال ۱۹۲۹ از ایران و ترکیه جمع‌آوری.....	۱۰
شکل ۷. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم کرمان.....	۱۰
شکل ۸. سال‌آوری شدید رقم کرمان در مقایسه با ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز (کالسن و پارفیت، ۲۰۰۸).....	۱۱
شکل ۹. مقایسه شکل ظاهری دانه دو رقم کرمان (سمت راست) و کله‌قوچی (سمت چپ).....	۱۲
شکل ۱۰. مقایسه عملکرد رقم کرمان و کله‌قوچی بین سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۲ در دره سان‌جوآکویین کالیفرنیا.....	۱۲
شکل ۱۱. افزایش بیشتر قطر تنه رقم کله‌قوچی در مقایسه با کرمان روی پایه PGI.....	۱۳
شکل ۱۲. رشد رویشی زیاد کله‌قوچی (سمت راست) نسبت به کرمان (سمت چپ) و شاخه‌های آویزان و.....	۱۳
شکل ۱۳. ویژگی‌های ظاهری رقم گلدن هیلز.....	۱۴
شکل ۱۴. حساسیت رقم گلدن هیلز به مسمومیت بُر (B) در مقایسه با رقم کرمان.....	۱۵
شکل ۱۵. ویژگی‌های ظاهری رقم لاست هیلز.....	۱۶
شکل ۱۶. مقایسه شکل ظاهری دانه سه رقم لاست هیلز، گلدن هیلز و کرمان به ترتیب از راست به چپ.....	۱۶
شکل ۱۷. عادت رشدی چهار رقم کله‌قوچی، کرمان، گلدن هیلز و لاست هیلز در شرایط کالیفرنیا.....	۱۷
شکل ۱۸. تعداد شاخه‌های جانبی و افقی در چهار رقم کله‌قوچی، کرمان، گلدن هیلز و لاست هیلز در شرایط کالیفرنیا.....	۱۸
شکل ۱۹. مقایسه اندازه دانه و زمان گل‌دهی سه رقم کرمان، گامدروپ و گلدن هیلز.....	۱۹
شکل ۲۰. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم پیتر ۱ و مقایسه آن با رقم کرمان.....	۱۹
شکل ۲۱. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم شغرا.....	۲۰
شکل ۲۲. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم عاریه.....	۲۱
شکل ۲۳. گل‌آذین رقم پیترز آمریکا (سمت راست) در مقایسه با رقم بادامی ایران (سمت چپ).....	۲۲
شکل ۲۴. گل‌آذین رقم راندی (سمت راست)؛ مقایسه زمان گل‌دهی ارقام پیترز، گلدن هیلز و راندی (سمت چپ).....	۲۳
شکل ۲۵. مورفولوژی گل‌آذین، برگ و درخت رقم فاموسو.....	۲۴
شکل ۲۶. خسارت بیماری پژمردگی ورتیسیلیوم به باغات با پایه آتلانتیکا و تربینتوس در آمریکا.....	۲۹
شکل ۲۷. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه تربینتوس.....	۳۱

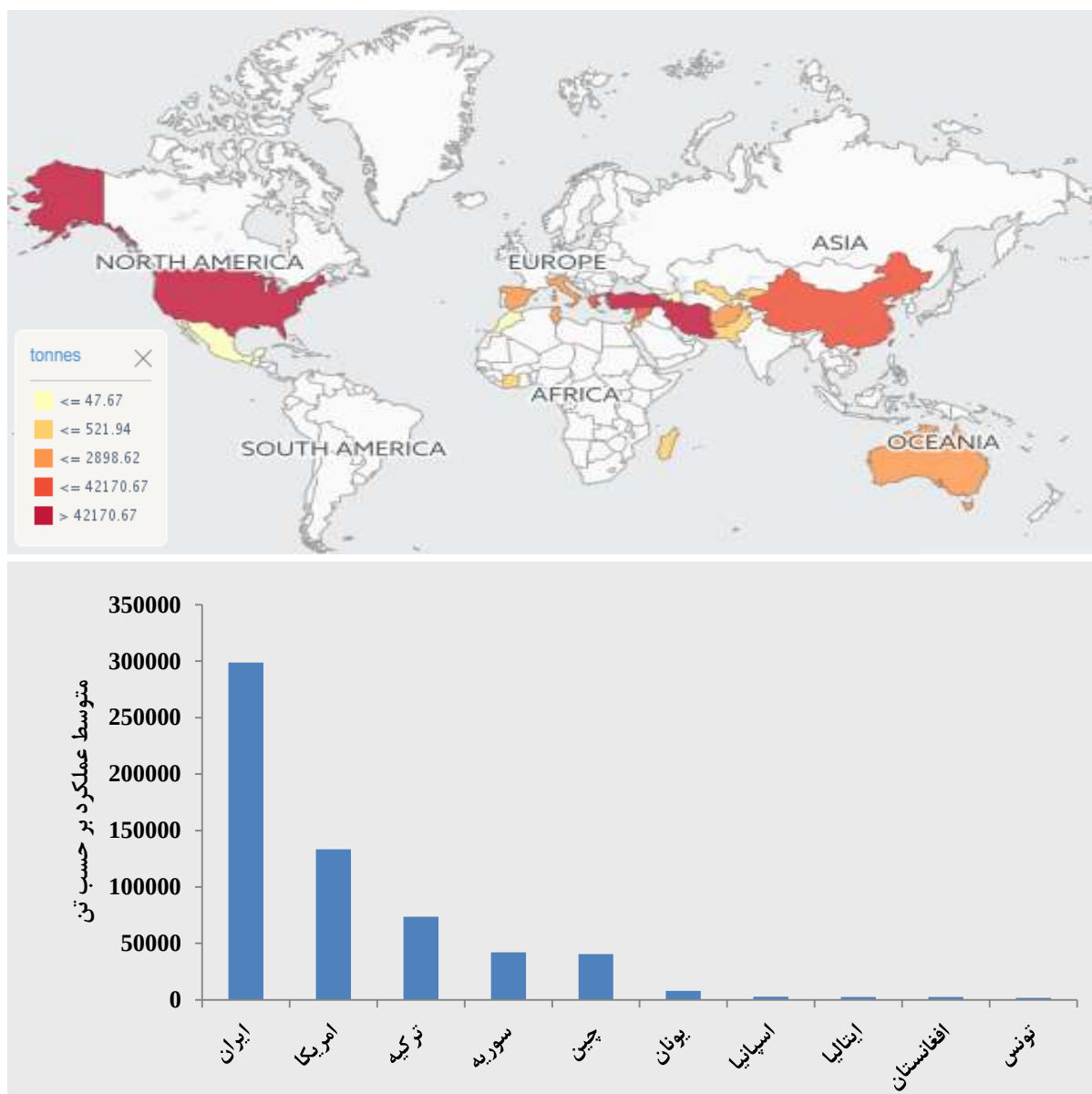
- شکل ۲۸. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه آتلانتیکا ۳۳
- شکل ۲۹. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه چینی و استفاده از آن در تولید بونسای ۳۳
- شکل ۳۰. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه اینتگریم ۳۵
- شکل ۳۱. مراحل تکثیر بذری پایه UCB1 ۳۸
- شکل ۳۲. تکثیر رویشی پایه UCB1 به روش کشت بافت (سمت راست) و خواباندن هوایی (سمت چپ) ۳۸
- شکل ۳۳. ریزازدیادی پایه UCB1 با کمک ریز نمونه حاصل از جوانه جانبی ساقه (اقتباس از دانشگاه تربیت مدرس) ۳۹
- شکل ۳۴. رشد رویش پایه UCB1 و گسترش رقم کرمان روی آن ۴۱
- شکل ۳۵. استفاده از هیبرید بین گونه آتلانتیکا × اینتگریم به نام ردپوش در طراحی فضاهای عمومی و حیاط خانه‌ها ۴۲
- شکل ۳۶. مقایسه رشد رویشی رقم کرمان روی چهار پایه‌های UCB1، PGI، PGII و آتلانتیکا ۴۳
- شکل ۳۷. خسارت سرما روی پیوندک پسته با پایه‌های از نوع اینتگریم شامل UCB1 و PGI در سال ۲۰۱۲ ۴۴
- شکل ۳۸. علائم خسارت سرما شامل سیاهی تنه، خروج شیر و سرخشیدگی ۴۵
- شکل ۳۹. عدم هم زمانی در به خواب رفتن پایه و پیوندک در باغ‌های کرن ایالت کالیفرنیا ۴۶
- شکل ۴۰. استفاده از روش‌های مختلف جهت کاهش خسارت سرما؛ از راست به چپ به ترتیب محلول پاشی ۴۷
- شکل ۴۱. خسارت سرما به پایه UCB1 در شرایط رفسنجان ۴۸
- شکل ۴۲. مقایسه پایه UCB1 (سمت راست) با پایه اهلی بادامی زرد در شرایط شوری آب (۱۵ dS/m) و خاک (۲۱ dS/m) ۵۰
- شکل ۴۳. میزان مقاومت چهار پایه UCB1، PGI، PGII و آتلانتیکا به بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم ۵۳
- شکل ۴۴. خسارت بیماری باکتریایی بوشی تاپ روی پایه UCB1 ۵۴
- شکل ۴۵. مناطق آلوده به باکتری *Rhodococcus fascians* در سراسر دنیا، رنگ آبی نشان دهنده ۵۵
- شکل ۴۶. نهال یک ساله پایه P.N. 15-4 که حاصل از تلاقی آتلانتیکا و اینتگریم است ۵۷
- شکل ۴۷. نهال یک ساله پایه P.N. 1-15 که حاصل از تلاقی آتلانتیکا و اینتگریم است ۵۷
- شکل ۴۸. نهال سه ساله پایه P.N. 20-18 که یک ژنوتیپ شناسایی شده از گونه اینتگریم است ۵۸

فصل اول: مقدمه‌ای بر تاریخچه گسترش و اهمیت پسته در آمریکا

۱- مقدمه

ایران و آمریکا دو کشور عمده تولید کننده پسته (*Pistacia vera* L.) در دنیا می‌باشند که بیش از سه چهارم تولید پسته دنیا را به خود اختصاص داده‌اند (آمارنامه فائو^۱، ۲۰۱۷؛ شکل ۱). پسته در ایران به عنوان مهم‌ترین و ارزشمندترین محصول باغی و در آمریکا به عنوان یکی از موفق‌ترین محصولات وارداتی شناخته شده است. داستان صنعت پسته ایالات متحده، روایت یک موفقیت کم‌نظیر با بهره‌گیری از اصول علمی، فنی و مدیریتی بوده است. تاریخچه ورود و گسترش پسته در آمریکا حاکی از آن است که آن‌ها به خوبی از سه ضلع مثلث توسعه کشاورزی یعنی ماشین‌آلات، نهاده‌ها و اصلاح نباتات در جهت توسعه روزافزون این محصول تازه وارد بهره‌برده‌اند. صنعت پسته آمریکا در دهه ۱۹۳۰ به دلیل هزینه کارگری بالا در مقایسه با کشورهای خاورمیانه به ویژه ایران، قابلیت رقابت در بازارهای داخلی و جهانی را نداشته و با شکست روبرو شد. اما توسعه ماشین‌آلات و مکانیزه شدن صنعت کشاورزی کالیفرنیا، هزینه‌ها را کاهش و این صنعت را رقابت‌پذیر گرداند. در سال ۱۹۶۰ بار دیگر حساسیت پایه‌های آتلانتیکا و تربینتوس به بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم این صنعت را به سمت نابودی کشاند. اما حل این مشکل با استفاده از پایه‌های جدید بار دیگر این صنعت نوپا را نجات داد. در سال ۱۹۷۹ ایران بزرگ‌ترین صادرکننده پسته به آمریکا به شمار می‌آمد و با صادرات ۹ هزار تن پسته، بازارهای این کشور را در تسخیر خود داشت. آمریکایی‌ها در نهایت با استفاده مناسب از پایه‌ها، پیوندک‌ها و نهاده‌ها اقدام به گسترش باغات و افزایش تولید در واحد سطح نمودند. آن‌ها اولین محصول تجاری خود را در سال ۱۹۷۶ به میزان ۶۸۰ تن برداشت نمودند. در سال ۱۹۸۰ با تولید ۱۲/۲ هزار تن پسته، پا به عرصه بین‌المللی گذاشتند و یک سوم محصول تولیدی خود را به اروپا و کانادا صادر کردند و در سال ۲۰۱۶ یعنی ۳۶ سال بعد به رکورد ۳۹۳ هزار تن دست یافتند. اگرچه بر طبق آمارنامه ۲۰۱۷ فائو (شکل ۱) کشور ما ایران هم‌چنان بزرگ‌ترین تولید کننده پسته در دنیا محسوب می‌شود و مرغوب‌ترین پسته دنیا را تولید می‌کند اما صنعت پسته آمریکا با داشتن عمری کوتاه در مقایسه با تاریخ چندین هزار ساله کشورهای تولید کننده پسته، بیشترین تولید در واحد سطح را از آن خود کرد و اقتصادی‌ترین باغات پسته دنیا را در اختیار دارد. همان‌طور که در بالا ذکر گردید، یکی از دلایل اصلی این پیشرفت استفاده صحیح از پایه‌ها و پیوندک‌های مناسب و سازگار به شرایط اقلیمی این کشور بدون تقلید کورکورانه از سایر کشورهای پسته خیز بوده است. هدف از این مطالعه معرفی پایه‌ها و پیوندک‌های منسوخ و متداول پسته آمریکا با تاکید بر تاریخچه و نحوه پیدایش هر کدام و مقایسه آن‌ها با پایه و پیوندک‌های ایرانی جهت تبیین افقی روشن‌تر برای محققین و بهره‌برداران این صنعت بزرگ کشاورزی کشور است. کشور

ما ایران، دارای غنی‌ترین ذخائر توارثی پسته در دنیا است و از مهم‌ترین مراکز تنوع اولیه و ثانویه این محصول ارزشمند در دنیا محسوب می‌شود. امید آن است که با استفاده بهینه از منابع موجود علاوه بر ارتقاء صنعت پسته و حفظ جایگاه برتر ایران در دنیا، مانع از هدر رفت سرمایه‌های ملی کشور گردیم.



شکل ۱. متوسط تولید پسته در کشورهای مختلف دنیا از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۴ (آمارنامه فائو، ۲۰۱۷).

۱-۱- تاریخچه گسترش و اهمیت پسته در آمریکا

شواهد و متون علمی متفاوتی در مورد مبدأ پیدایش پسته در دنیا وجود دارد اما اکثر آنها مبدأ و محل پیدایش پسته را آسیای غربی و آسیای صغیر به ویژه کشور ایران قدیم (Persia) و سوریه و در درجه پایین‌تری از اهمیت فلسطین می‌دانند. این محصول ارزشمند از ایران و سوریه به کشورهای مدیترانه منتقل

و در آنها گسترش یافته است. کاوش‌های باستانی حاکی از آن است که پسته حداقل ۷۰۰۰ سال پیش از میلاد به عنوان آجیل مورد استفاده قرار می‌گرفته است. حتی در کتاب مقدس انجیل و دیگر متون پیش از مسیح نیز به درخت پسته اشاره شده است. پسته در سال‌های ۳۲۳-۳۳۴ قبل از میلاد به واسطه کشورگشایی و فتوحات اسکندر مقدونی معروف به الکساندر کبیر^۱ به یونان رسید و سپس تحت حکومت تiberios^۲ امپراتور روم در سده اول میلادی به ایتالیا و اسپانیا معرفی شد و در اروپا گسترش یافت. درخت پسته برای اولین بار در سال ۱۸۵۴ توسط چارلز ماسون^۳ از ایران به آمریکا وارد و دانه‌های آن به صورت آزمایشی در کالیفرنیا، تگزاس و برخی ایالت‌های جنوبی کشت گردید. به دنبال آن در سال ۱۸۷۵ تعداد اندکی درخت جوان پسته از فرانسه به آمریکا وارد شدند و در شهر سونوما ایالت کالیفرنیا کشت گردید. ۳۰ سال پس از ورود پسته به آمریکا، دهه ۱۸۸۰، این آجیل به محبوبیت بالایی به ویژه در شهر نیویورک دست یافت و در دهه‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰ به عنوان یک اسنک محبوب در اکثر فروشگاه‌های مواد غذایی، کافه‌ها، رستوران‌ها و سایر مکان‌های عمومی در سراسر آمریکا یافت می‌شد و بیشترین فروش آن (۸۵ درصد) از طریق دستگاه‌های فروش اتوماتیک بود و طی مدت زمان کوتاه، عبارات "A Dozen for a Nickel" به معنای "دوجین (۱۲ عدد پسته) برای یک سکه پنج سنتی" به یک شعار آشنا برای آمریکایی‌ها تبدیل شد. این آجیل با رنگ قرمز خود به عنوان یک کالای لوکس در آن زمان شناخته شده بود (روسن‌گارتن^۴، ۲۰۰۴). هم‌اکنون نیز به دلیل ارزش غذایی و دارویی بالای پسته، فرآورده‌های زیادی از این محصول ارزشمند شامل انواع بستنی، شیرینی‌جات، فرآورده‌های گوشتی به ویژه دلمه، لوازم آرایشی-بهداشتی، مشروبات الکلی و غیرالکلی، سس، کرم و ... تولید می‌شود و بر محبوبیت آن روز به روز در آمریکا و سراسر جهان افزوده می‌گردد (شکل ۲). وایت‌هوس^۵ (۱۹۵۷) دانشمند پیشگام صنعت پسته آمریکا و معرف رقم کرمان، در مقاله خود می‌نویسد تا قبل از دهه ۱۹۳۰ پسته هنوز به خوبی شناخته نشده بود اما از سال ۱۹۳۱ تا ۱۹۴۵ سالیانه به طور متوسط ۱/۱۳ تا ۱/۳۶ هزار تن پسته به آمریکا وارد و مصرف می‌شد. این میزان از سال ۱۹۴۶ تا ۱۹۵۲ به دو برابر میزان قبل رسید و در سال‌های بعد به بیش از ۴ هزار تن افزایش یافت. این افزایش علاقه مندی، سازمان کشاورزی آمریکا را مجاب کرد تا اقدام به گسترش این آجیل محبوب و ستایش شده در آمریکا بپردازد. در دهه ۱۹۶۰ کشت تجاری پسته با معرفی رقم کرمان در سراسر دره مرکزی کالیفرنیا گسترش یافت. آنها اولین محصول تجاری خود را در سال ۱۹۷۶ به میزان ۶۸۰ تن برداشت نمودند و ۴۰ سال بعد در سال ۲۰۱۶ به رکورد بیش از ۳۹۳ هزار تن دست یافتند.

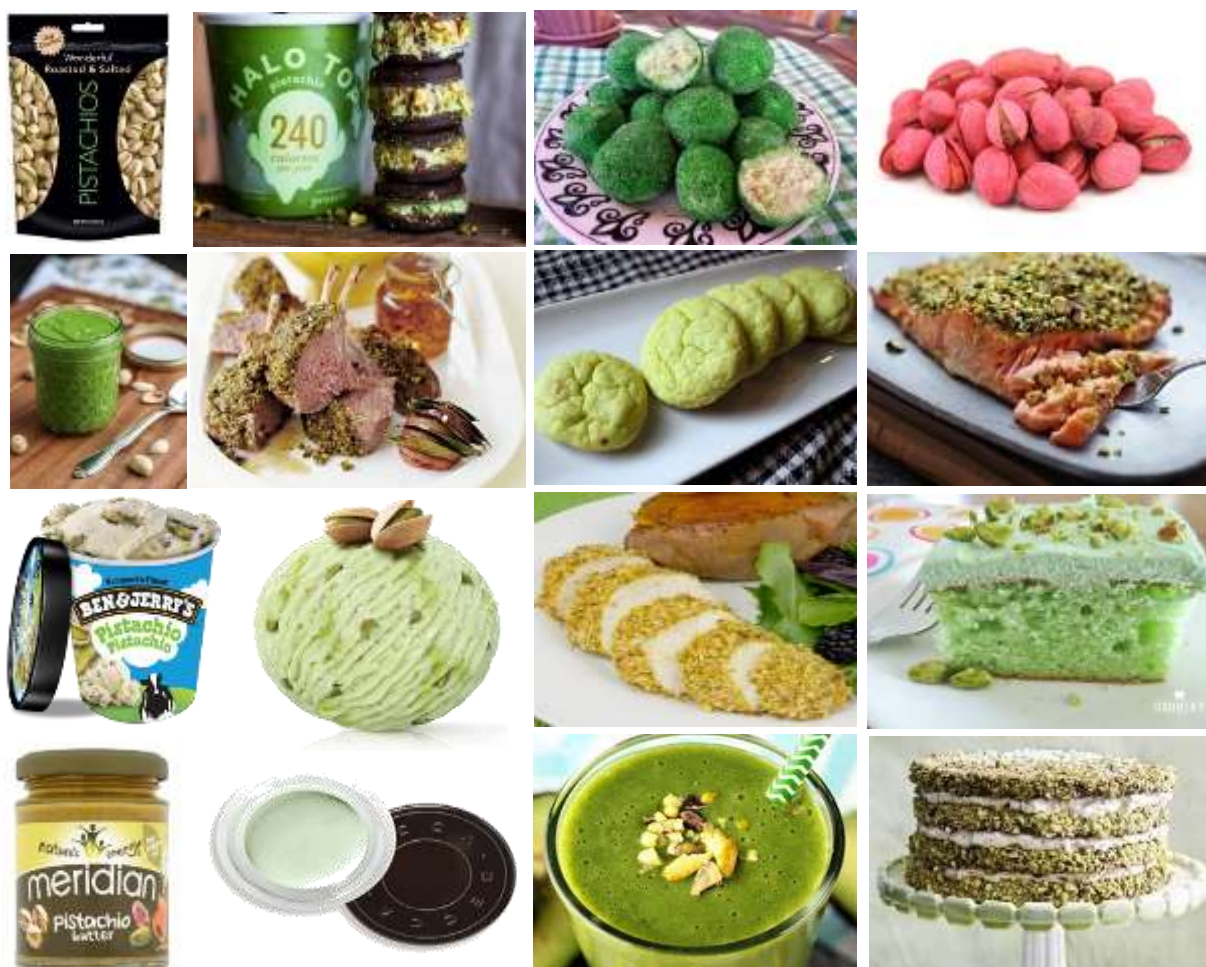
1-Alexander The Great

2- Tiberius

3-Charles Mason

4- Rosengarten

5-Whitehouse



شکل ۲. برخی از محصولات فرآوری شده از پسته در آمریکا و سراسر جهان

همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است بهترین مکان جغرافیایی برای کاشت پسته عرض‌های بین ۲۹ تا ۳۹ درجه شمالی هستند که بخش‌هایی از ایالت کالیفرنیا، آمریکا نیز در آن واقع شده و برای کاشت و گسترش پسته مناسب است. امروزه ایالات کالیفرنیا، آریزونا و نیومکزیکو نزدیک به ۱۰۰ درصد از تولید تجاری پسته ایالات متحده را به خود اختصاص داده‌اند. پسته در ۲۲ ناحیه مختلف کالیفرنیا کشت و به طور متوسط بیش از ۱/۲ میلیارد دلار برای اقتصاد کالیفرنیا و بیش از ۱۶ میلیون دلار به ایالت آریزونا و نیومکزیکو درآمد داشته است. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش شدید تقاضای پسته در بازارهای جهانی و داخلی ایالات متحده و به دنبال آن افزایش قیمت این محصول ارزشمند، توسعه باغ‌های پسته شتاب بیشتری پیدا کرده است. از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲ به طور متوسط در هر سال ۶۴۰۰ هکتار باغ پسته در آمریکا احداث شده است. سطح زیر کشت پسته بارور و نابارور در آمریکا از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲، طی یک

دهه، ۸۴ درصد رشد داشت و از ۵۱ هزار هکتار در سال ۲۰۰۲ به ۹۴ هزار هکتار در سال ۲۰۱۲ رسیده است (ستاملر و همکاران^۱، ۲۰۱۵؛ فرگوسن و هاویلاند^۲، ۲۰۱۶).



شکل ۳. مبدأ و محل پیدایش و گسترش پسته در دنیا و هم عرضی آن به ویژه شهرستان رفسنجان با ایالت کالیفرنای آمریکا

با توجه به ضریب رشد سالانه گزارش شده، سطح زیر کشت کنونی آمریکا به بیش از ۱۳۰ هزار هکتار رسیده است. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است سطح زیر کشت باغ‌های بارور آمریکا از سال ۲۰۱۱ به طور چشم‌گیری افزایش یافته و از ۶۲ هزار هکتار به ۹۷ هزار هکتار در سال ۲۰۱۶ رسیده و یک رشد ۵۶ درصدی را تجربه کرده است. این در حالی است که نمودار میزان تولید پسته در طی این سال‌ها به خوبی نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۰ با وجود افزایش سطح زیر کشت، میزان عملکرد افزایش قابل توجهی را نشان نداده است (شکل ۴). این آمار تولید خیره‌کننده در سال ۲۰۱۶، متاثر از سال‌آوری شدید و میزان عملکرد پایین در سال ۲۰۱۵ بود. در سال ۲۰۱۵ آمریکا با تولید ۱۲۲ هزار تن، کمترین میزان تولید را طی ۱۰ سال اخیر تجربه کرده است. متوسط عملکرد باغات بارور آمریکا طی ۱۰ سال گذشته ۳۱۳۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. بالاترین متوسط عملکرد ۴۲۶۷ کیلوگرم در هکتار در سال ۲۰۱۰ و کمترین آن ۱۲۹۸ کیلوگرم در سال ۲۰۱۵ ثبت شده است (آمارنامه سازمان کشاورزی آمریکا^۳، ۲۰۱۷).

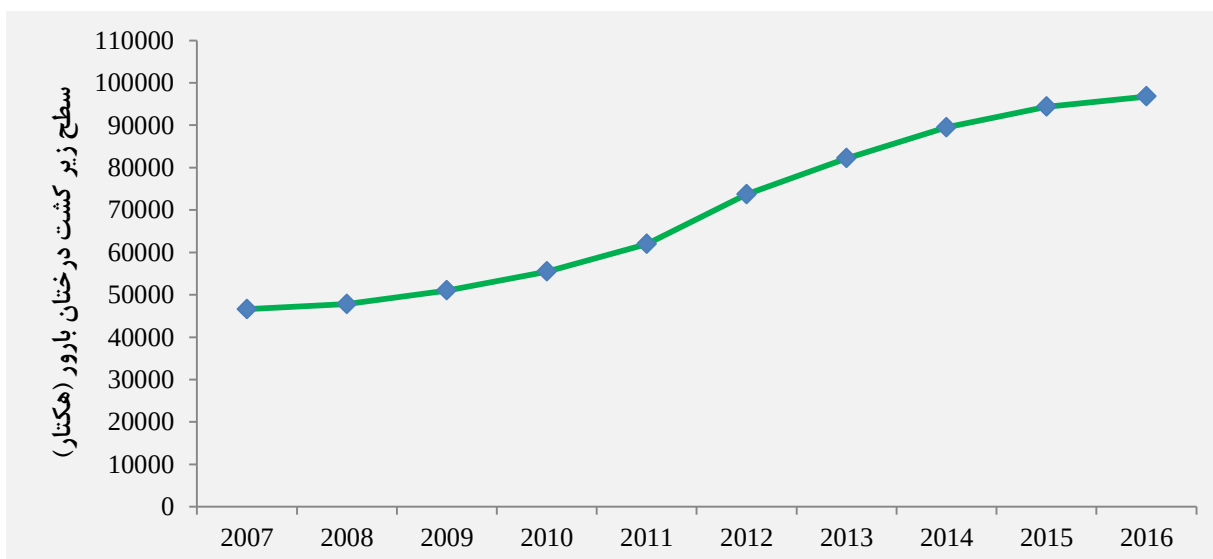
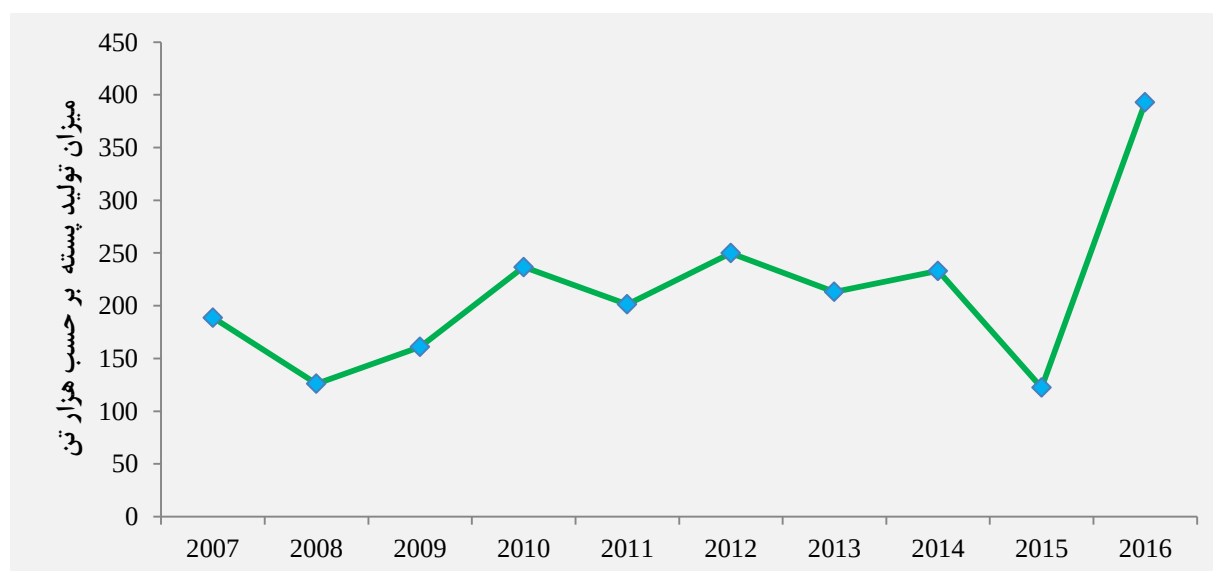
در حال حاضر پسته یکی از ۱۰ محصول کشاورزی برتر تولیدی کالیفرنیا را تشکیل می‌دهد. اگرچه میزان صادرات این محصول طی سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ به میزان ۲۴/۶- درصد کاهش یافت اما در سال ۲۰۱۶ با صادرات ۱/۵ میلیارد دلاری بعد از بادام، برای اولین بار در رتبه دوم خشکبار صادراتی این ایالت

1-Stamler

2-Ferguson and Haviland

3-USDA

قرار گرفت. دو شهر کرن و تولری به ترتیب با ۲۷ و ۲۳ درصد، بیشترین میزان پسته کالیفرنیا را تولید می‌کنند (آمارنامه محصولات کشاورزی کالیفرنیا^۱، ۲۰۱۶). امروزه پسته آمریکا به ده‌ها کشور دنیا صادر می‌شود که اتحادیه اروپا، چین، هنگ‌کنگ و کانادا نزدیک به ۸۰ درصد آن را تشکیل می‌دهند. تنها کشورهای اتحادیه اروپا به ویژه بلژیک، هلند، آلمان، فرانسه و ایتالیا نزدیک به ۵۰ درصد این صادرات را در بر می‌گیرند. در بین کشورهای آسیایی چین، هنگ‌کنگ، ژاپن، کره جنوبی، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، هند، تایوان، ویتنام و فیلیپین بزرگترین واردکنندگان پسته آمریکا می‌باشند. قابل تامل است که پسته آمریکا به کشورهای تولید کننده پسته از جمله ایتالیا، اسپانیا، استرالیا و ترکیه نیز صادر می‌شود (آمارنامه صادرات محصولات کشاورزی کالیفرنیا^۲، ۲۰۱۶).



¹ California Agricultural Statistics Review

² California agricultural exports

شکل ۴. سطح زیر کشت درختان بارور و میزان تولید پسته آمریکا از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۶ (آمارنامه سازمان کشاورزی آمریکا، ۲۰۱۷).

فصل دوم: ارقام پسته آمریکا

۲- تاریخچه ارقام و اهداف اصلاحی

در دهه ۱۹۰۰ سازمان کشاورزی آمریکا به منظور یافتن بهترین و سازگارترین ارقام پسته با شرایط ایالت کالیفرنیا، اقدام به جمع‌آوری ارقام متداول پسته از کشورهای پسته‌خیز دنیا که هزاران سال کشت و کار پسته در آن‌ها رواج داشت، نمودند. هم‌چنین آن‌ها هم‌زمان گونه‌های مختلف جنس پسته را نیز از سراسر جهان جمع‌آوری و در کلکسیون در ایستگاه چیکو کالیفرنیا نگهداری نمودند. بذور درشت حدود ۱۳ رقم از جمله کرمان، ابراهیمی، اوحدی، سفید پسته، شستی و اوحدی از ایران و ارقام بروننه، بوئنزل، میناسیان، ردآلپو، سفاکس، کستل و ترایبونلا از دیگر کشورها شامل ایتالیا، ترکیه، سوریه، یونان و فلسطین اشغالی جمع‌آوری و مورد آزمایش قرار دادند. از میان جمعیت حاصل از کاشت بذور این ارقام جمع‌آوری شده، رقم کرمان و گیاهچه خواهری آن لاسن انتخاب شدند. اگرچه لاسن از دانه‌های درشت‌تری نسبت به کرمان برخوردار بود اما در نهایت این رقم کرمان بود که غربال و توسعه یافت (دوک^۱، ۱۹۸۹).

همچنین طی یک برنامه اصلاحی در سال ۲۰۰۵ دو رقم جدید گلدن هیلز و لاست هیلز توسط دانشگاه دیویس آزادگردید. دانشگاه دیویس در سال ۲۰۰۸ یک برنامه اصلاحی جامع جهت تلاقی ارقام مختلف به ویژه ارقام ایران با ارقام موجود در کلکسیون وزارت کشاورزی آمریکا را نیز آغاز نموده است که تا کنون ادامه دارد. اهداف برنامه‌های اصلاحی ارقام در آمریکا در درجه اول بر روی زودرسی، زودگل‌دهی، اندازه دانه، درصد خندانی و عملکرد و در درجه دوم روی تحمل به بیماری قارچی آلترناریا (*Alternaria alternata*) به عنوان یک هدف ثانویه متمرکز شده است. زودرسی و برداشت اول فصل به دلیل جلوگیری از صدمه و نارنجی/زرد شدن پوسته استخوانی، خسارت کرم نافه پرتقال (*Amyelois transitella* Walker)، آفلاتوکسین، افزایش کارایی برداشت ماشینی و فرآوری از اهمیت بالایی برخوردار است (بادن و بایرن^۲، ۲۰۱۲؛ شکل ۵). در حال حاضر رقم کرمان به عنوان ماده و رقم پیترز به عنوان نر گرده افشان در کالیفرنیا کشت می‌گردند. گلدن هیلز و لاست هیلز و یک نر دیگر به عنوان راندى در سطح محدودی گسترش یافته‌اند. هم‌چنین دو رقم وارداتی کله‌قوچی از ایران و ردآلپو از سوریه در سطح محدود چند هکتار در آمریکا نیز وجود دارند (فرگوسن و هاویلاند^۳، ۲۰۱۶).

1-Duke

2 -Badenes and Byrne

3-Ferguson and Haviland



شکل ۵. برخی از خسارات ناشی از برداشت دیرهنگام در باغات آمریکا که لزوم استفاده از ارقام زودرس را مشهودتر کرده است.

۲-۱- ارقام پسته آمریکا

۲-۱-۱- رقم کرمان

صنعت پسته آمریکا با معرفی رقم کرمان آغاز شد و به بازارهای بین‌المللی وارد گردید. در واقع این رقم بنیان پسته آمریکا را تشکیل داد (روسن‌گارتن^۱، ۲۰۰۴؛ محمدی و حق‌دل، ۱۳۸۵). در سال ۱۹۲۹، ویلیام وایت‌هوس گیاه شناس آمریکایی برای جمع‌آوری پسته به ایران و ترکیه سفر کرد. وی به مدت دو سال به جمع‌آوری پسته از ۹۰ نقطه مختلف ایران و ترکیه به ویژه استان کرمان و شهرستان رفسنجان پرداخت و در سال ۱۹۳۰ با یک مجموعه بذری ۱۰ کیلوگرمی به آمریکا بازگشت. وی با همکاری یک گیاهشناس ایستگاه چیکو به نام للوید جولی^۲ یک رقم را که از اندازه و درصد خندانی بالایی برخوردار بود، انتخاب و آن را به افتخار محل جمع‌آوری آن یعنی استان کرمان "کرمان" نامگذاری کردند. که اکنون رقم غالب ایالت‌های پسته‌کاری آمریکا است و بیش از ۹۷ درصد از سطح زیر کشت باغات آمریکا را به خود اختصاص داده است (شکل ۶). گفته می‌شود که ویلیام وایت‌هوس برای یافتن محل نمونه برداری از درخت مادری رقم کرمان به شهرستان رفسنجان سفر کرد اما هرگز موفق به یافتن این درخت مادری نگردید (روسن‌گارتن، ۲۰۰۴؛ بادن و بایرن^۳، ۲۰۱۲).

1-Rosengarten

2 - Lloyd E. Joley

3-Badenes and Byrne



شکل ۶. دکتر ویلیام وایت هوس (سمت چپ) کسی که بذور مختلف پسته را در سال ۱۹۲۹ از ایران و ترکیه جمع‌آوری و وارد آمریکا کرد. للوید جولی (سمت راست) ارزیابی بذور جمع‌آوری شده را در سال ۱۹۴۰ آغاز نمود. از این دو فرد به عنوان پیشگامان صنعت پسته آمریکا یاد می‌شود.

به طور کلی توده بذری مبدأ رقم کرمان در سال ۱۹۲۹ جمع‌آوری و پس از سال‌ها ارزیابی در سال ۱۹۵۲ نام‌گذاری شد و پس از ۵ سال ارزیابی تکمیلی و منطقه‌ای در ۱۹۵۷ آزاد گردید. در سال ۱۹۷۷ تنها ۶۸۸ هکتار از باغات آمریکا توسعه یافته بود اما خصوصیات مطلوب و سازگاری مناسب آن سبب گسترش روزافزون آن گردید. کرمان دارای ویژگی‌هایی شامل اندازه دانه متوسط، درصد خندانی و کیفیت نسبتاً خوب، درختی قوی، راست قامت و گسترده، دیر گل، عملکرد بالا به همراه سال‌آوری شدید است (شکل ۷). دانه آن به راحتی با دست باز و راحت در زمان رسیدن از درخت با کمک شیکر جدا می‌شود. این ویژگی‌ها سبب شد تا کرمان به رقم تجاری پیشرو در ایالات متحده تبدیل شود (بادن و بایرن^۱، ۲۰۱۲).

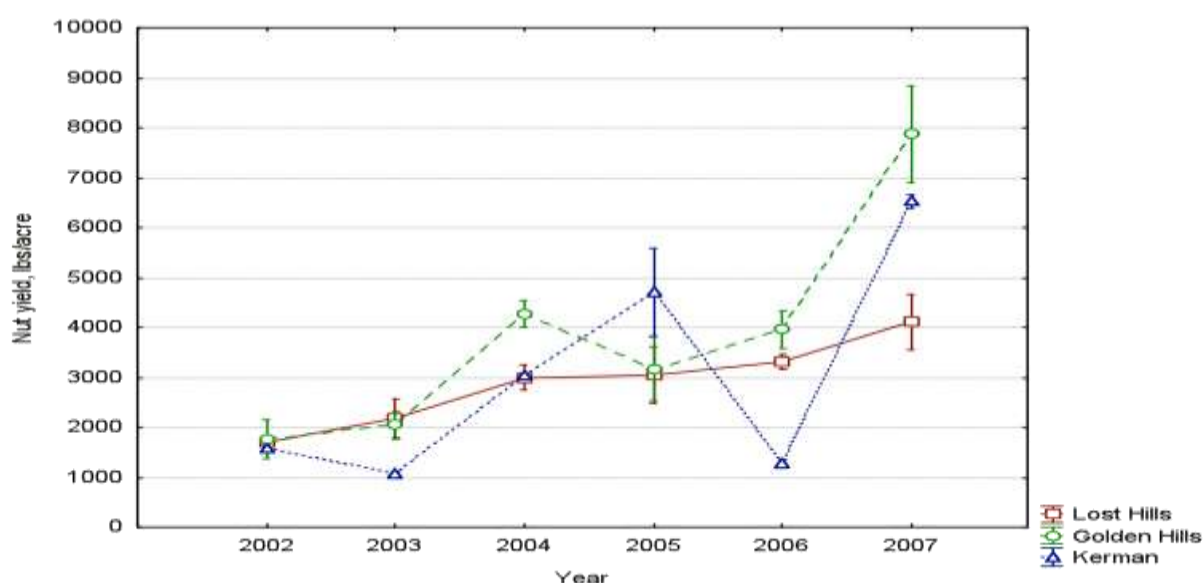


شکل ۷. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم کرمان

اما کالسن و پارفیت^۲ (۲۰۰۸)، بادن و بایرن (۲۰۱۲) و فرگوسن و هاویلاند^۱ (۲۰۱۶) اظهار داشتند که کرمان یک رقم ایده‌آل نیست. این رقم دارای سال‌آوری شدیدی است (شکل ۸). در برخی سال‌ها درصد

¹ Badenes and Byrne² Kallsen and Parfitt

پوکی بالایی دارد و متوسط درصد پوکی در این رقم ۲۰ درصد است، درصد دهان بست آن نسبتاً بالا است، رنگ و طعم آن در فرآیند خشک کردن و فرآوری صنعتی کاهش می‌یابد و به بیماری قارچی آلترناریا حساس است. اگرچه امروز برخی افراد ناآگاه به دنبال گسترش این رقم برای شرایط ایران هستند اما به گفته اکثر محققین دنیا و به ویژه آمریکایی‌ها، ایران دارای بهترین ارقام پسته در دنیا است که از تنوع بالایی نیز برخوردار هستند. ارقام ایرانی دارای اندازه بزرگ، درصد خندانی بالایی و طعم فوق‌العاده‌ای نسبت به ارقام سایر کشورهای پسته‌خیز است.



شکل ۸. سال‌آوری شدید رقم کرمان در مقایسه با ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز (کالسن و پارفیت، ۲۰۰۸)

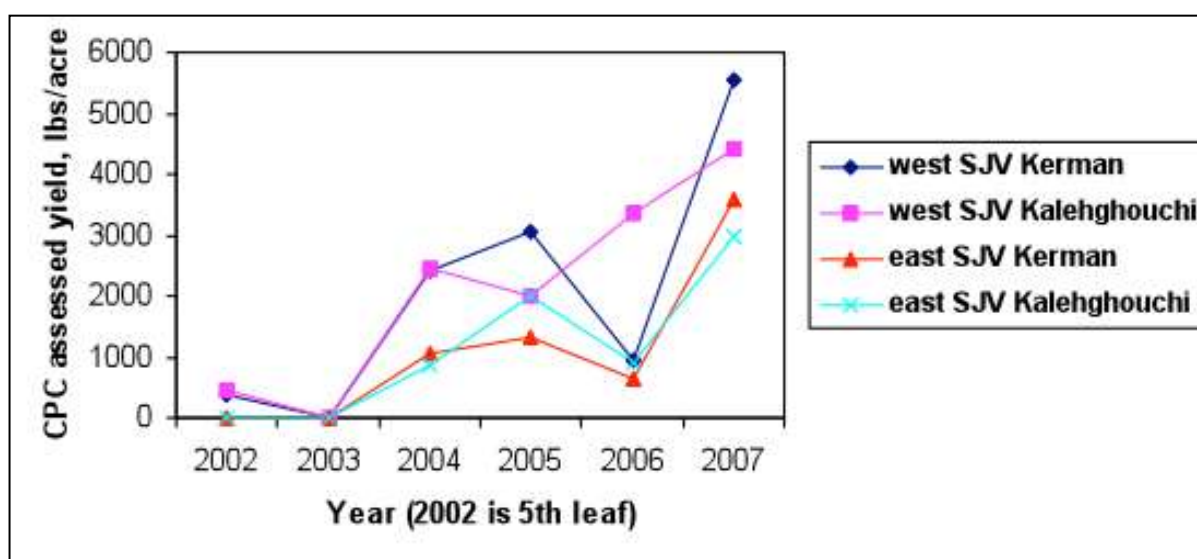
رقم کله‌قوچی به دلیل اندازه درشت و درصد خندانی بالای خود در دهه ۹۰ توجه کالیفرنایی‌ها را به خود جلب کرد. بنابراین آن‌ها در سال ۱۹۹۸ در طی یک آزمایش چندساله این رقم را با رقم کرمان در حومه غربی شهر کرن با یکدیگر مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که زمان آغاز تولید محصول در هر دو رقم کرمان و کله‌قوچی مشابه بود. اگر چه گل‌دهی کله‌قوچی ۵ تا ۱۰ روز زودتر از رقم کرمان آغاز شد، اما زمان رسیدگی آن‌ها هم زمان بود. رقم کله‌قوچی دارای اندازه دانه (۲ تا ۳ اونس)، درصد خندانی (۱۰/۴ درصد)، رشد رویشی بالاتر و سال‌آوری کمتر نسبت به کرمان بود و از این جهت از این رقم برتری داشت. میزان حساسیت رقم کرمان به خسارت حشرات نیز کمی بیشتر (۰/۳ درصد) از کله‌قوچی بود اما میزان مغز آزاد درون پوسته استخوانی آن ۰/۹ درصد کمتر از کله‌قوچی است که علت این امر کوچک‌تر بودن اندازه دانه رقم کرمان می‌باشد (کالسن و همکاران^۲، ۲۰۰۹؛ شکل ۹ و ۱۰).

^۱ Ferguson and Haviland

^۲ Kallsen



شکل ۹. مقایسه شکل ظاهری دانه دو رقم کرمان (سمت راست) و کله قوچی (سمت چپ)



شکل ۱۰. مقایسه عملکرد رقم کرمان و کله قوچی بین سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۰۷ در دره سان‌جواکوین کالیفرنیا (کالسن و پارفیت، ۲۰۰۸)

رشد بالای درخت کله قوچی در شرایط پسته‌کاری کالیفرنیا سبب ایجاد شاخه‌های شلاقی و آویزان می‌شد. این امر، عملیات برداشت مکانیزه با کمک شیکرها را سخت و باعث شکستگی شاخه‌ها گردید و نیازمند به هرس زیادی برای حفظ ساختار درختان و افزایش هزینه‌ها بود. هم‌چنین رشد قطر تنه کله قوچی سریع‌تر از کرمان افزایش می‌یابد که این عمل برداشت مکانیزه با کمک شیکرها را سخت‌تر می‌کرد (کالسن

و پارفیت^۱، ۲۰۰۸؛ بادن و بایرن^۲، ۲۰۱۲؛ شکل ۱۱ و ۱۲). این آزمایش به وضوح برتری رقم کلهقوچی برای شرایط پسته کاری ایران نسبت به رقم کرمان را نشان می‌دهد. علاوه بر این نیاز سرمایی رقم کرمان (۱۰۰۰ ساعت) بالاتر از کلهقوچی (۶۷۰ ساعت) بوده و با توجه به تغییرات آب و هوایی و گرم‌تر شدن زمستان‌های ایران از این جهت نیز از کارآیی کمتری در ایران برخوردار خواهد بود. نتایج به خوبی نشان می‌دهد که یک رقم موفق مانند کلهقوچی در یک کشور یا ناحیه نمی‌تواند برای دیگر نقاط مناسب و ایجاد تحول کند. با این وجود عده‌ای سخن از برتری رقم کرمان و عملکرد بالای آن نسبت به ارقام ایرانی و لزوم گسترش آن در ایران می‌گویند که امری اشتباه است.



شکل ۱۱. افزایش بیشتر قطر تنه رقم کلهقوچی در مقایسه با کرمان روی پایه PGI



شکل ۱۲. رشد رویشی زیاد کلهقوچی (سمت راست) نسبت به کرمان (سمت چپ) و شاخه‌های آویزان و شلاقی آن که سبب افزایش هزینه‌های هرس و برداشت در شرایط آمریکا می‌گردد.

۲-۱-۲- ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز

^۱ Kallsen and Parfitt

^۲ Badenes and Byrne

پس از موفقیت رقم کرمان و تحولی که در صنعت پسته آمریکا ایجاد کرد، دو رقم گلدن هیلز^۱ و لاست هیلز^۲ در سال ۲۰۰۵ طی یک برنامه اصلاحی توسط پارفیت و همکاران در دانشگاه دیویس کالیفرنیا آزاد گردیدند (پارفیت و همکاران^۳، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸). این برنامه اصلاحی با تلاقی یک والد ماده مشترک به نام ۲-۳۵ و والد نر ES#6 برای لاست هیلز و ES#2 برای گلدن هیلز در بیکرز کالیفرنیا به ترتیب در سال ۱۹۹۰ و ۱۹۹۱ آغاز گردید. والد ماده ۲-۳۵ از کرن و دو والد نر از ایستگاه تحقیقاتی چیکو انتخاب گردیدند. نتاج حاصل از تلاقی، مورد ارزیابی مقدماتی قرار گرفت و در سال ۱۹۹۷ نتاج برتر روی ۱۰ پایه UCB1 و PGI در دو تکرار پیوند زده شد. پس از ارزیابی‌های تکمیلی در سال ۲۰۰۵ این دو رقم ارزشمند معرفی شد و در سال ۲۰۰۶-۲۰۰۷ ثبت رسمی گردیدند.

گلدن هیلز یک رقم جدید است که ۵ تا ۷ روز زودتر از کرمان گل می‌دهد و ۲ هفته زودتر می‌رسد و قابل برداشت می‌شود. این زودرسی برای جلوگیری از خسارات آخر فصل به محصول و همچنین مقرون به صرفه‌تر شدن مراحل برداشت و فراوری موثر است. عملکرد این رقم در طی ۵ سال اول باروری ۳۵ درصد بیشتر از رقم کرمان است. اگرچه اندازه و وزن آن با رقم کرمان یکسان است اما درصد پوکی آن کمتر و درصد خندانی آن ۲۵ درصد بیشتر از رقم کرمان است. رقم گلدن هیلز دارای تعداد شاخه‌های بیشتر اما کوتاه‌تر از رقم کرمان است و اندازه درخت آن نیز کوچکتر است (پارفیت و همکاران ۲۰۰۷؛ کالسن و همکاران^۴، ۲۰۰۹؛ شکل ۱۳).



شکل ۱۳. ویژگی‌های ظاهری رقم گلدن هیلز

عارضه زود خندانی که سبب افزایش قابل توجه خسارت کرم نافه پرتقال در شرایط کالیفرنیا می‌گردد در این رقم کمتر از ارقام کرمان، کله‌قوچی، لاست هیلز و گامدروپ است. حساسیت رقم گلدن هیلز به مسمومیت بُر (B) از ارقام کرمان و لاست هیلز بیشتر است که از جمله معایب آن محسوب می‌شود (شکل

1-Golden Hills
2-Lost Hills
3-Parfitt
4-Kallsen

۱۴). طبق گزارش کالسن^۱ و همکاران (۲۰۱۶) حدود ۳۵ درصد باغات احداث شده از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۶ به رقم گلدن هیلز اختصاص داده شده است و این در حالی است که این رقم بر روی حدود ۸۵ درصد از باغات تازه احداث شده از سال ۲۰۱۵ به بعد پیوند زده شده است. این گزارش به خوبی نشان می‌دهد که در آینده صنعت پسته آمریکا به سمت رقم گلدن هیلز سوق پیدا کرده است و کم کم پس از ۶۰ سال توسعه از محبوبیت رقم کرمان کاسته شده است و کشاورزان رقم گلدن هیلز را بر آن ترجیح داده‌اند.



شکل ۱۴. حساسیت رقم گلدن هیلز به مسمومیت بُر (B) در مقایسه با رقم کرمان

رقم لاست هلیز نیز همانند رقم گلدن هیلز ۴ تا ۷ روز زودتر از رقم کرمان گل می‌دهد و ۲ هفته زودتر می‌رسد و قابل برداشت می‌شود. عملکرد این رقم پایین‌تر از گلدن هیلز است اما در طی ۵ سال اول باروری ۲۸ درصد بیشتر از کرمان می‌باشد. این در حالی است که در سال‌های بعد با آن تفاوت چندانی ندارد. اگرچه اندازه و وزن آن با رقم کرمان یکسان است اما مقایسه آن با رقم کرمان بر روی درصد پوکی و خندانی نشان داد که درصد پوکی آن کمتر و درصد خندانی آن ۲۵ درصد بیشتر از رقم کرمان است. اندازه و وزن دانه این رقم جدید از گلدن هیلز و کرمان بیشتر بوده و درصد خندانی آن ۲۶ درصد بالاتر از کرمان می‌باشد. رقم لاست هیلز دارای مغز سست و لق‌تری نسبت به رقم کرمان است که طی فرآیند پوست‌گیری، مغز آن ۳/۲ درصد بیشتر از رقم کرمان صدمه دیده و از بین می‌رود (پارفیت^۲ و همکاران ۲۰۰۸؛ کالسن و همکاران، ۲۰۰۹؛ شکل ۱۵ و ۱۶).



شکل ۱۵. ویژگی‌های ظاهری رقم لاست‌هیلز

متوسط اونس ارقام لاست‌هیلز و کله‌قوچی بین ۱۹-۲۰ و ارقام گلدن‌هیلز و کرمان بین ۲۲-۲۳ دانه در شرایط کالیفرنیا بود. گلدهی هر دو رقم جدید نسبت به کرمان به خصوص در زمانی که فصل سرما کوتاه‌تر بوده و نیاز سرمایی برطرف نگردد، یکنواخت‌تر بوده و برداشت مکانیزه آن نیز به دلیل یکنواختی در رسیدگی آسان‌تر است. میزان سال‌آوری این رقم در مقایسه با ارقام کرمان، کله‌قوچی، گلدن‌هیلز و گامدروپ به طور قابل توجهی پایین است که از جمله مزایای این رقم محسوب می‌شود (کالسن^۱ و همکاران، ۲۰۰۹؛ شکل ۱۶).



شکل ۱۶. مقایسه شکل ظاهری دانه سه رقم لاست‌هیلز، گلدن‌هیلز و کرمان به ترتیب از راست به چپ

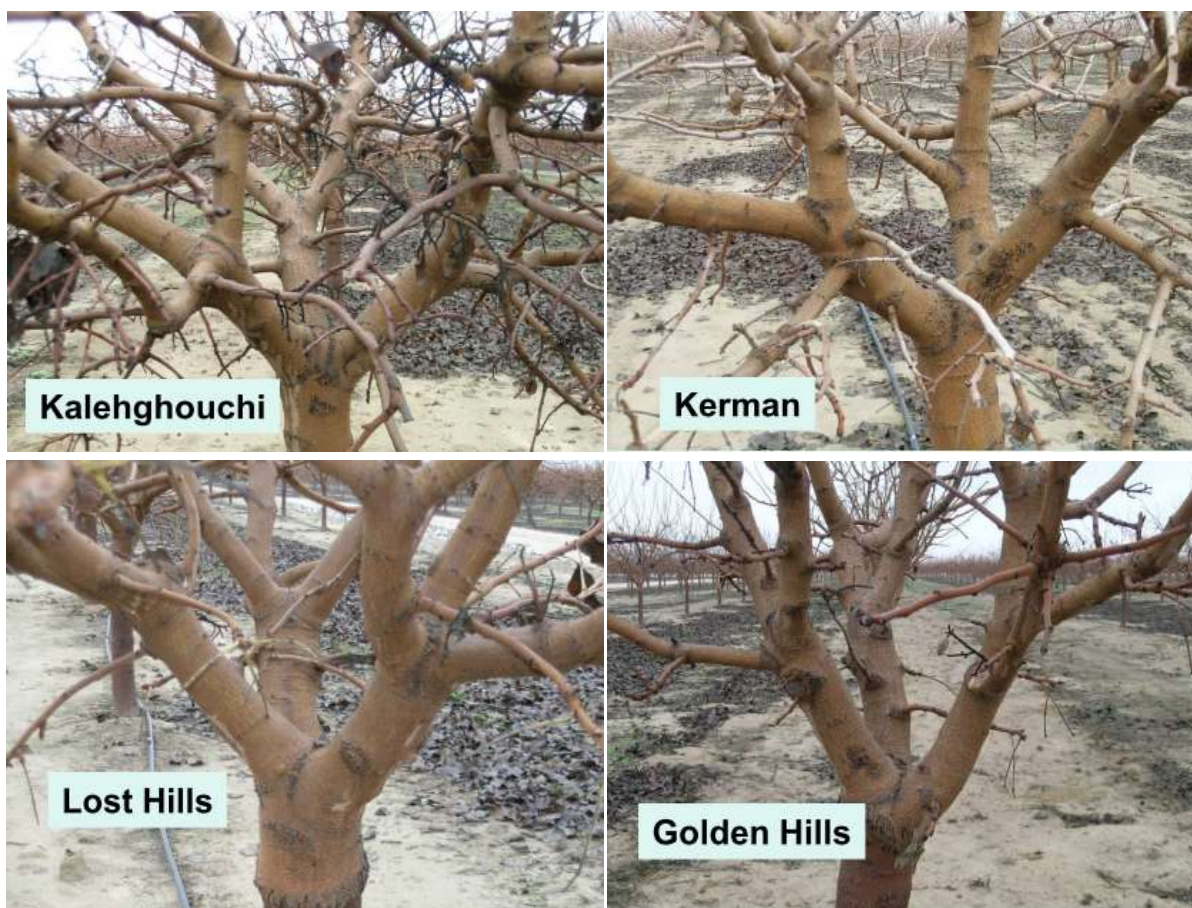
بررسی عادت رشدی ارقام مختلف نشان داد که ارقام گلدن‌هیلز و کله‌قوچی به ترتیب بیشترین و کمترین تمایل به رشد عمودی دارند که این موضوع برای برداشت مکانیکی با کمک شیکرها بسیار حائز اهمیت است. همچنین رشد عمودی سبب کاهش هزینه‌های هرس، فضا برای هر درخت و در نتیجه باعث افزایش تعداد درختان در هکتار می‌گردد (کالسن و همکاران، ۲۰۱۶؛ شکل ۱۷).



شکل ۱۷. عادت رشدی چهار رقم کلهقوچی، کرمان، گلدن هیلز و لاست هیلز در شرایط کالیفرنیا

همان‌طور که در شکل ۱۸ نشان داده شده است رقم کرمان و به ویژه رقم کلهقوچی دارای غالبیت انتهایی کمتری نسبت به ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز است و در نتیجه تعداد شاخه‌های جانبی این دو رقم به طور معنی‌داری بیشتر می‌باشد و این موضوع هزینه‌های هرس و تربیت درختان را در شرایط آمریکا به طور چشم‌گیری افزایش داده است. بالاترین هزینه کارگری جهت هرس در آمریکا مربوط به ارقام کلهقوچی و گامدروپ و کمترین هزینه مربوط به رقم گلدن هیلز است (کالسن و همکاران^۱، ۲۰۱۶).

¹ Kallsen



شکل ۱۸. تعداد شاخه‌های جانبی و افقی در چهار رقم کله‌قوچی، کرمان، گلدن هیلز و لاست هیلز در شرایط کالیفرنیا

۲-۱-۳- رقم گامدروپ

این رقم حاصل گرده افشانی آزاد روی ژنوتیپ ماده B15-69 و به دنبال آن انتخاب از داخل یک جمعیت ۱۴۱۰ دانه‌الی می‌باشد. بنابراین والد گرده افشان آن نامشخص است. والد مادری B15-69 طی برنامه اصلاحی پارفیت، کالسن و مارانتو در دهه ۱۹۹۰ از تلاقی ژنوتیپ ۲-۳۵ و یک نر زود گل S-43 بدست آمد.

گامدروپ^۱ در آوریل ۲۰۱۶ توسط کارلسن و پارفیت برای آن دسته از کشاورزانی که عمدتاً به دنبال یک رقم بسیار زودرس بودند، معرفی و آزاد گردید. زودرسی این رقم سبب شد که برداشت آن با رقم کرمان هم‌زمان نگردد و مشکلات مربوط به کمبود پرسنل، تجهیزات و امکانات فراوری که هنگام برداشت محصول رقم کرمان اتفاق می‌افتد، را مرتفع سازد. این رقم ۱۰-۱۲ روز پیش از ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز و ۲۴ روز قبل از رقم کرمان رسیده و آماده برداشت می‌شود. گلدهی آن نیز ۵ روز زودتر از رقم گلدن هیلز و ۱۱-۱۰

1-Gumdrop

روز زودتر از رقم کرمان اتفاق می‌افتد. برداشت زودهنگام آن سبب کاهش خسارت کرم نافه پرتقال و کاهش آلودگی آن به آفلاتوکسین می‌شود. عملکرد رقم گامدروپ قابل مقایسه با ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز بوده و از درصد خندانی بالایی برخوردار است اما اندازه دانه آن کمی کوچک‌تر از کرمان است (شکل ۱۹). همانطور که از نام این رقم بر می‌آید، رقم گامدروپ صمغ و شیره بیشتری روی پوسته سبز میوه نسبت به سایر ارقام ذکر شده تولید می‌کند (کالسن و پارفیت^۱، ۲۰۱۷).



شکل ۱۹. مقایسه اندازه دانه و زمان گل‌دهی سه رقم کرمان، گامدروپ و گلدن‌هیلز

۲-۱-۴- رقم پیتر ۱

پیتر ۱^۲ در سال ۲۰۰۷ در ایستگاه تحقیقاتی چیکو توسط دیوید پیترسن معرفی گردید. این رقم دارای پوسته استخوانی سفید رنگی، برگ‌های بزرگ به رنگ سبز تیره، عادت رشدی عمودی، اندازه دانه بزرگ (اونس ۱۸ تا ۲۰) و بیش از ۹۰ درصد خندانی است (شکل ۲۰). مهم‌ترین ویژگی آن مقاومت بسیار بالای آن به بیماری‌های قارچی به ویژه *Botryosphaeria panicle* و *Botryosphaeria dothidea* است. گل‌دهی این رقم ۵ تا ۷ روز زودتر از رقم کرمان اتفاق می‌افتد. زمان گل‌دهی و شکل ظاهری پیتر ۱ شبیه رقم کله-قوچی می‌باشد اما میزان مقاومت آن به بیماری‌های قارچی ذکر شده بیش از رقم کله‌قوچی است.



شکل ۲۰. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم پیتر ۱ و مقایسه آن با رقم کرمان

1-Kallsen and Parfitt
2-PETER-1

۲-۱-۵- ارقام پسته منسوخ شده آمریکا

در دهه ۱۹۸۰ رقم دیگری به نام جولی^۱ توسط دکتر کران در دانشگاه دیویس کالیفرنیا معرفی گردید. منشاء این رقم نیز همانند رقم کرمان مربوط به ایران بوده است. جولی با کاشت بذور جمع‌آوری شده از شهر دامغان در ایران و غربالگری از داخل جمعیت کشت شده انتخاب و به افتخار مدیر سابق ایستگاه تحقیقاتی چیکو سازمان کشاورزی آمریکا جولی نام‌گذاری شد. این رقم اکنون تنها در حجم کمی باغات از کالیفرنیا و نیومکزیکو کشت شده است. جولی را یکی از خوش طعم‌ترین ارقام توسعه یافته در کالیفرنیا می‌شناسند. گل‌دهی و رسیدگی رقم جولی ۱۰ روز زودتر از رقم کرمان است و رنگ مغز آن نیز سبزتر است اما اندازه آن به طور قابل توجهی کوچکتر از رقم کرمان بود و درصد خندانی و عملکرد آن نیز پایین‌تر می‌باشد. این رقم از نظر ظاهری نیز بازارپسند و تجاری نبوده است.

لاسن^۲ یکی دیگر از ارقام معرفی شده در آمریکا است که توسط وایت‌هوس در سال ۱۹۶۲ آزاد گردید. منشاء این رقم همان جمعیت کشت شده برای رقم کرمان بوده و از این جهت رقم خواهری آن محسوب می‌شود. این رقم از نظر ویژگی‌های دانه، بسیار شبیه کرمان است. اگرچه این رقم قابلیت تجاری شدن داشت اما هرگز مورد توجه قرار نگرفت و شاید دلیل آن عدم تفاوت قابل توجه آن با رقم کرمان بوده است. رقم دامغان یکی دیگر از ارقام شناسایی شده از این جمعیت بذری بود. این رقم دارای اندازه دانه بسیار بزرگ اما دارای عملکرد پایین در شرایط کالیفرنیا بود و به همین دلیل از چرخه تجاری حذف گردید.

شفرا^۳ و عاریه^۴ دو رقم دیگر بودند که در سال ۱۹۹۸ معرفی گردیدند. این دو رقم شباهت زیادی به رقم کرمان داشته اما دارای نیاز سرمایی پایین‌تری نسبت به آن هستند. این دو رقم که منشاء آن‌ها اسرائیل است مورد استقبال کشاورزان آمریکایی قرار نگرفت و در رقابت با رقم کرمان از گردون رقابت حذف گردیدند (شکل ۲۱ و ۲۲).



شکل ۲۱. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم شفرا

1-Joley

2-Lassen

3-Shufra

4-Aryeh



شکل ۲۲. مورفولوژی برگ، خوشه و میوه رقم عاریه

۲-۲- ارقام گرده دهنده آمریکا

هم زمان با اصلاح و معرفی ارقام ماده، محققین آمریکا به اصلاح ارقام نر به عنوان والد دهنده دانه گرده نیز توجه ویژه‌ای داشتند و ارقام نر مختلفی را ارزیابی و معرفی نموده‌اند. در گذشته به ازای هر ۸ درخت ماده کرمان یک درخت نر در نظر گرفته می‌شد. اما در احداث باغات کنونی آمریکا به ازای هر ۲۴ درخت ماده یک درخت نر در جهت وزش باد در نظر گرفته می‌شود. اگرچه در برخی مناطق که پسته‌کاری زیادی وجود ندارد، برای اطمینان از گرده افشانی مناسب این تعداد به نسبت ۱۴ به ۱ در نظر گرفته می‌شود (فرگوسن و هاویلاند^۱، ۲۰۱۶).

۲-۲-۱- رقم پیترز

مهم‌ترین و غالب‌ترین رقم نر در باغات آمریکا، پیترز^۲ می‌باشد که همانند رقم کرمان در بیش از ۹۷ درصد از باغات آمریکا گسترده شده است. رقم نر پیترز توسط موسسه فرسنو و آقای پیترز در اوایل دهه ۱۹۰۰ معرفی گردید. این رقم حجم دانه گرده خوبی تولید می‌کند و قدرت جوانه‌زنی و زنده‌مانی دانه‌های گرده آن بالا است. طول دوره گرده‌دهی آن طولانی است و آغاز گل‌دهی قبل از رقم کرمان شروع می‌شود و پس از پایان گل‌دهی آن ادامه دارد. رقم پیترز دارای گل‌های آویزان است و سرعت رشد آن نسبتاً پایین می‌باشد. زمانی که این رقم بر روی پایه اهلی (*Pistacia vera* L.) پیوند زده می‌شود، کاهش بیشتری در سرعت رشد ایجاد می‌گردد (کالسن و همکاران^۳، ۲۰۰۹؛ بادن و بایرن^۴، ۲۰۱۲). طول دوره گل‌دهی این رقم بیش از دو هفته است و با گل‌دهی ارقام ماده متداول آمریکا هم‌پوشانی خوبی دارد. در سال‌های که فصل

1-Ferguson and Haviland

2-Peter's

3-Kallsen

4-Badenes and Byrne

پاییز و زمستان کمتر سرد است، این رقم گرده افشانی ضعیف و نامنظمی دارد و با اواخر دوره گل‌دهی کرمان هم‌پوشانی ندارد. اگرچه منشاء و والدین این رقم مشخص نیست اما شکل ظاهری آن کاملاً شبیه نرهای بادامی ایرانی است و همانند آنها دارای بساک‌های بزرگی است که در زمان رسیدگی به رنگ زرد کم رنگی در می‌آیند (شکل ۲۳). مطلبی‌پور^۱ و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه ژنتیکی ارقام و گونه‌های مختلف پسته از سراسر دنیا با کمک نشانگرهای مولکولی دریافتند که رقم پیترز شباهت و خویشاوندی نزدیکی با ارقام ایرانی داشته و با آنها در یک گروه دسته‌بندی می‌شود. متأسفانه به تازگی برخی افراد ناآگاه به اشتباه این رقم نر را برتر از ارقام نر ایرانی می‌دانند. مراجعات متعدد برخی کشاورزان به پژوهشکده پسته جهت دریافت این رقم نر، گواه بر صحت این مطلب است. این درحالی است که این رقم مشابه ژنوتیپ‌های نر ایرانی است و تفاوت قابل توجهی با آنها ندارد. مشکل گرده افشانی در ایران مرتبط با تعداد درختان نر و چیدمان آنها در باغ‌ها و در برخی موارد عدم همزمانی گل‌دهی آنها با ارقام ماده به دلیل عدم انتخاب ژنوتیپ نر مناسب متناسب با رقم ماده است. لازم به ذکر است که بدانیم یکی از مشکلات صنعت پسته آمریکا به خصوص رقم کرمان درصد پوکی بالای آن است. در شرایط ایران دوره گرده افشانی رقم پیترز با ارقام دیر گل نظیر اکبری، چروک، اوحدی و فندق ۴۸ هم‌پوشانی دارد اما با ارقام زودگل و متوسط گل نظیر کله‌قوچی، احمدآقایی و سفید پسته هم‌پوشانی مناسبی ندارد. اگرچه به نظر می‌آید که در سال‌هایی که زمان گل‌دهی ارقام دیرگل به تاخیر می‌افتد، اواخر دوره گل‌دهی آنها با رقم پیترز هم‌پوشانی نخواهد داشت. در شرایط ایران به دلیل تنوع بالای ارقام و شرایط آب و هوایی بهتر است از ارقام نر متناسب با هر رقم و منطقه استفاده گردد. همانطور که در ادامه این مطلب آورده شده است محققین آمریکایی نیز برای ارقام مختلف، نرهای متناسب با آنها را پیشنهاد داده‌اند و رقم پیترز عمومیت ندارد.



شکل ۲۳. گل‌آذین رقم پیترز آمریکا (سمت راست) در مقایسه با رقم بادامی ایران (سمت چپ)

¹ Motalebipour

۲-۲-۲- رقم راندی

رقم راندی^۱ در سال ۲۰۰۵ در قالب یک برنامه اصلاحی توسط پارفیت و همکاران به عنوان گرده افشان ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز آزاد شد و در سال ۲۰۰۷ ثبت گردید. این رقم نر نتیجه تلاقی بین والد ماده ۲-۳۵ و والد نر ES#3 بود که از ایستگاه تحقیقاتی چیکو انتخاب گردیدند. نتاج بدست آمده در سال ۱۹۹۱ کشت گردید و در سال ۱۹۹۴ وارد مرحله گل دهی و غربالگری شدند. رقم راندی ۴ تا ۸ روز زودتر از رقم پیترز گرده افشانی را آغاز می کند. طول دوره گرده افشانی آن بیش از ۲ هفته است و اوج گل دهی آن ۱ تا ۲ هفته زودتر از اوج گل دهی رقم کرمان اتفاق می افتد (شکل ۲۴). قدرت جوانه زنی دانه های گرده رقم راندی ۷۵ درصد و رقم پیترز ۴۵ درصد تعیین شده است. چهار هفته بعد از ذخیره دانه های گرده، قدرت جوانه زنی رقم راندی به ۳۵ درصد و رقم پیترز به ۱۵ درصد کاهش یافت. اگرچه قدرت زندهمانی رقم راندی بیشتر از رقم پیترز است، اما هم پوشانی خوبی با زمان گل دهی رقم کرمان ندارد و تنها در سال های که نیاز سرمایی رقم کرمان تامین نشود، این رقم نر مفید واقع می شود. بنابراین رقم راندی به عنوان والد گرده افشان رقم کرمان پیشنهاد نگردید زیرا در بیشتر سال ها گرده های آن زودتر از آغاز گل دهی کرمان آزاد می شد. در ایستگاه تحقیقاتی چیکو زمان گل دهی رقم راندی با رقم کله قوچی هم پوشانی بسیار خوبی داشت و برای رقم کله قوچی مناسب تر از رقم پیترز بود. این رقم گرده افشان در سال هایی که نیاز سرمایی کمتر از ۸۰۰ ساعت تامین شده باشد گل دهی خوب و یکنواختی در باغ های کرن و مادرا ایالت کالیفرنیا دارد (پارفیت و همکاران^۲، ۲۰۱۰).



شکل ۲۴. گل آذین رقم راندی (سمت راست)؛ مقایسه زمان گل دهی ارقام پیترز، گلدن هیلز و راندی (سمت چپ)

۲-۲-۳- رقم فاموسو

در اواخر سال ۲۰۱۶ رقم نر جدیدی به نام فاموسو^۱ توسط کارلسن و همکاران معرفی گردید (شکل ۲۵). این رقم حاصل تلاقی بین ژنوتیپ اهلی ۳۵-۲ به عنوان والد ماده و ژنوتیپ اهلی ES#4 به عنوان والد نر بوده است. هدف از معرفی فاموسو جایگزینی آن به جای پیترز به عنوان گرده‌افشان رقم کرمان است. زیرا همانطور که گفته شد در سال‌های که تعداد ساعات سرد کاهش یابد و نیاز سرمایی به خوبی برطرف نشود گل‌دهی ضعیفی داشته و زمان گل‌دهی آن با رقم کرمان به خوبی هم‌پوشانی ندارد. این مشکل در سال‌های اخیر در ایالت کالیفرنیا حادث شده است. فاموسو در سال‌های مطلوب و سال‌هایی که نیاز سرمایی پیترز برطرف نگردد، از کارایی بالاتری نسبت به آن برخوردار است. رقم فاموسو دارای هم‌پوشانی بهتری با رقم کرمان نسبت به پیترز نیز می‌باشد. این رقم زودگل‌تر از رقم پیترز بوده و همچنین ۳ تا ۴ سال پس از پیوند زنی شروع به گل‌دهی می‌کند و این درحالی است که رقم پیترز ۴ تا ۵ سال پس از پیوند زنی گل‌دهی آن آغاز می‌شود. قدرت جوانه‌زنی دانه‌های گرده این رقم جدید بین ۷۱ تا ۸۶ درصد در سال‌های مختلف متغیر است. این رقم نر در حال حاضر در حال ارزیابی‌های نهایی است (کالسن و پارفیت^۲، ۲۰۱۷). گل‌آذین ارقام راندی و فاموسو همچون رقم پیترز شبیه ژنوتیپ‌های نر ایرانی است. از آنجا که والدین این ارقام از ایستگاه چیکو انتخاب شده است این شباهت می‌تواند به این دلیل باشد که اکثر ژنوتیپ‌های این ایستگاه تحقیقاتی توسط وایت‌هوس و جولی از ایران و ترکیه آورده شده است.



شکل ۲۵. مورفولوژی گل‌آذین، برگ و درخت رقم فاموسو

1-Famoso

2-Kallsen and Parfitt

۲-۲-۴- رقم تجون

رقم تجون^۱ یک نر زود گل است که در آوریل ۲۰۱۶ توسط کارلسن و پارفیت در دانشگاه دیویس معرفی و در سال ۲۰۱۷ ثبت گردید. این رقم از گرده افشانی آزاد بین ژنوتیپ اهلی زودگل B4-19 به عنوان والد ماده و یک والد نر ناشناخته بدست آمده است. اگرچه برخی محققین بر این اعتقادند که این رقم حاصل تلاقی B4-19 و رقم نر راندی است. ژنوتیپ B4-19 خود نیز حاصل تلاقی ژنوتیپ ۲-۳۵ و یک والد نر ناشناخته است. ژنوتیپ ۲-۳۵ والد مادری مشترک با ارقام راندی و فاموسو نیز می باشد. زمان گل دهی تجون با رقم گامدروپ منطبق بوده و به عنوان گرده افشانی اصلی این رقم در نظر گرفته شده است. رقم تجون، مقادیر خوبی از دانه های گرده بارور را تولید می کند. این رقم نر جدید می تواند به عنوان یک نر زودگل در باغ های با ارقام گلدن هیلز و لاست هیلز به خصوص در سال های که زمستان گرمی دارد، استفاده گردد. قدرت جوانه زنی دانه گرده این رقم زودرس ۸۵/۰۹ درصد تعیین گردید که در مقایسه با رقم پیترز (۶۶/۶۷ درصد) و رقم راندی (۵۸/۰۹ درصد) بیشتر بود. اما قدرت زنده ماندی دانه گرده ۴ روز پس از نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد در رقم راندی (۵۱/۷۳ درصد) بیشتر از رقم تجون (۳۳/۶ درصد) و رقم پیترز (۹/۴ درصد) بود (کالسن و پارفیت^۲، ۲۰۱۷). رقم تجون در حال حاضر زودگل ترین رقم نر معرفی شده آمریکا محسوب می شود که در حال ارزیابی های تکمیلی است.

۲-۲-۵- سایر ارقام و ژنوتیپ های نر آمریکا

نازارس^۳، آسک^۴، پیترا^۵، چیکو^۶ و ایل^۷ ژنوتیپ های نر دیگری بودند که توسط سازمان کشاورزی ایالات متحده در سال ۱۹۶۰ معرفی گردیدند و به صورت پراکنده در برخی نقاط کالیفرنیا گسترده شدند. چیکو از توده بذری رقم ردآپو که از سوریه جمع آوری شده بود، در سال ۱۹۶۲ انتخاب گردید. شکل ظاهری برگ ها و دوره گل دهی آن، این گمانه زنی را تقویت می کند که این رقم نر یک هیبرید حاصل از تلاقی پسته اهلی با اینتگریم است. زمان گل دهی رقم چیکو در برخی سال ها قبل از گل دهی رقم کرمان اتفاق می افتد و با آن هم پوشانی ندارد. همچنین این احتمال می رود که دانه های گرده این رقم، بر روی اندازه دانه تاثیر گذارند. ژنوتیپ های نر آسک و قزوین در سال های اخیر از اسرائیل انتخاب و معرفی گردیده اند. زمان گل دهی این دو

1-Tejon

2-Kallsen and Parfitt

3-Nazareth

4-Ask

5-PETER1

6-Chico

7-EIL

ژنوتیپ زودتر از رقم پیترز اتفاق است و دانه‌های گرده آنها ضعیف و از قدرت زنده‌مانی پایینی برخوردار هستند (بادن و بایرن^۱، ۲۰۱۲).

دو ژنوتیپ نر دیگر به نام ۰۲-۱۶ و ۰۲-۱۸ از توده‌ای که از کشور آذربایجان و روسیه جمع‌آوری شده بود در ایستگاه چیکو انتخاب گردیدند. ۰۲-۱۶ و ۰۲-۱۸ به ترتیب زودتر و دیرتر از رقم پیترز شروع به گل‌دهی می‌کردند و با گل‌های اولیه و تاخیری رقم کرمان هم پوشانی خوبی داشتند. دانه‌های گرده ۰۲-۱۸ دارای دوام کمتری نسبت به رقم پیترز بود. یکی از نقاط ضعف اصلی این ژنوتیپ‌ها، حساسیت بالای آنها به بیماری قارچی *Botrytis (Botrytis cinerea)* بود. این بیماری در سال‌هایی با زمستان سرد و میزان بارندگی بالا به شدت تشدید می‌گردید (میشایلایدز^۲، ۱۹۹۱). اگرچه در دهه ۱۹۸۰ این دو ژنوتیپ به ویژه ۰۲-۱۶ رقیبی برای رقم پیترز محسوب می‌شدند، اما برتری قابل توجهی نسبت به رقم پیترز نداشته و وارد چرخه اقتصادی نگردیدند.

1-Badenes and Byrne

2-Michailides

فصل سوم: پایه‌های پسته آمریکا

۳- پایه‌ها

۳-۱- اهمیت پایه‌ها

اولین و مهم‌ترین تصمیم‌گیری در احداث یک باغ پسته انتخاب پایه مناسب است و طول عمر بالای توأم با عملکرد اقتصادی باغات پسته بر اهمیت این موضوع افزود و تولید پایه‌های برتر را به یک ضرورت مبدل ساخته است. پایه به عنوان ریشه و بخشی از ساقه جهت استقرار پیوندک و تشکیل تاج گیاه نقش موثری در کنترل رشد و اندازه درخت، ارتقاء تولید محصول، زودرسی، جذب عناصر غذایی از خاک، تحمل به تنش‌های زیستی و غیر زیستی و انطباق با شرایط مختلف خاک و آب و هوا دارد. سولاری و دجونگ^۱ (۲۰۰۶) گزارش نمودند که پایه‌ها از طریق تاثیر بر تولید هورمون‌ها، جذب آب و مواد غذایی بیشترین تاثیر را بر زندمانی و رشد درختان در شرایط تنش‌های محیطی دارند.

فرگوسن و هاویلاند^۲ (۲۰۱۶) اظهار داشتند که اگرچه پسته، گیاهی متحمل به خشکی است اما حساسیت روزه‌های آن نسبت به دیگر گیاهان باغی کمتر بوده و آن‌ها دلیل اصلی این تحمل را وجود ریشه‌های بسیار عمیق از نوع فراتوفیت^۳ دانستند که توانایی استحصال آب به صورت مستقیم و یا به شکل جذب مویینگی از اعماق خاک را دارد. این سیستم شگفت‌انگیز از نظر فیزیولوژیکی به گونه‌ای است که مانع جذب بیش از حد سدیم و کلر شده و سبب ایجاد تحمل به شوری نیز می‌گردد. این مطالب، همگی بیانگر نقش کلیدی و اهمیت بالای پایه‌ها در ایجاد تحمل به تنش‌های محیطی در درختان پسته است.

جنس پسته براساس خصوصیات مورفولوژیک میوه و برگ توسط میشل زهری^۴ (۱۹۵۲) به چهار بخش و ۱۱ گونه تقسیم شد که همگی آنها از خود، ترنانتین یا سقز ترشح می‌کنند و بصورت درخت یا درختچه‌ای رشد می‌کنند. هر یک از گونه‌های پسته، دارای صفات و ویژگی‌های منحصر به فرد و متنوعی هستند و این تنوع به ابزاری قدرتمند برای اصلاح‌گران پسته تبدیل شده است. اگرچه گونه‌های غیراهلی پسته کمتر به عنوان آجیل مورد توجه قرار گرفته‌اند و از ارزش تجاری بالایی برخوردار نیستند اما به دلیل رشد بیشتر و تحمل بالاتر به تنش‌های محیطی نسبت به گونه اهلی پسته در بسیاری از نقاط دنیا به عنوان پایه نقش مؤثری در توسعه صنعت پسته بازی کرده‌اند (کوله^۵، ۲۰۱۱). پیوندک‌های ارقام تجاری پسته را می‌توان روی همه گونه‌های مختلف جنس پسته که از لحاظ ساختار ژنتیکی با یکدیگر تفاوت‌های زیادی دارند، پیوند زد.

1-Solari and DeJong

2-Ferguson and Haviland

3-Phreatophyte

4-Zohary

5-Kole

در ایران تنها سه گونه اهلی (*P. vera* L.)، بنه (*P. mutica* Fisch. and Mey.) و کسور (*P. khinjuk* Stocks.) به عنوان پایه مورد استفاده قرار گرفته‌اند و در بیش از ۹۹ درصد باغات پسته کشور از پایه اهلی به دلیل سازگاری بالا به عنوان پایه استفاده شده است. این در حالی است که چهار گونه آتلانتیکا (*P. atlantica* Desf.)، اینتگریمما (*P. integerrima* Stewart)، تربینتوس (*P. terebinthus* L.)، فلسطینی (*P. palaestina* Boiss.) و هیبریدهای حاصل از آن‌ها علاوه بر گونه اهلی در اکثر نقاط پسته‌خیز دنیا به‌ویژه ایالات متحده به عنوان پایه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دلایل استفاده از گونه اهلی به عنوان پایه در ایران به شرح زیر است:

- تنوع ژنتیکی و فنوتیپی بالای این گونه در مناطق مختلف ایران
- راندمان تولید محصول بیشتر نسبت به پایه‌های بنه و کسور
- جوانه زنی و رشد اولیه قابل توجه بذر گونه اهلی پسته
- تحمل به خشکی و شوری بالای پایه‌های اهلی
- سازگاری بالای این پایه با شرایط محیطی و ارقام مختلف پسته کشور

۳-۲- تاریخچه پایه‌ها در آمریکا

با وجود تأکید محققین و مروجین بر لزوم استفاده کشاورزان از پایه‌های مناسب در احداث باغات پسته، اما این مهم هنوز مورد توجه کشاورزان قرار نگرفته و یکی از حلقه‌های مفقوده باغداری پسته در ایران است. آمریکایی‌ها به خوبی از اهمیت پایه‌ها در احداث باغات پسته اطلاع داشتند و از همان ابتدای امر توجه زیادی به انتخاب پایه‌های مناسب داشته‌اند. آن‌ها گونه‌های مختلف جنس پسته شامل اهلی، آتلانتیکا، تربینتوس، اینتگریمما، بنه، خنجوک، چینی (*P. chinensis* Bunge) و لنتیسکوس (*P. lentiscus* L.) را مورد ارزیابی قرار دادند و از میان آن‌ها، دو گونه آتلانتیکا و تربینتوس را جهت توسعه به عنوان پایه پیشنهاد نمودند. وایت‌هوس^۱ (۱۹۵۷) بیان داشت که اگرچه نهال‌های پسته اهلی از سرعت رشد بالاتری نسبت به آتلانتیکا و تربینتوس برخوردار بودند اما تحمل بالاتر این دو گونه به نماتد سبب شد تا این پایه‌ها انتخاب و توسعه یابند. علاوه بر این مطالعه‌ای که در ایستگاه تحقیقاتی چیکو انجام شد نشان داد که در شرایط آمریکا پیوندک‌های پسته اهلی روی این دو گونه از رشد و عملکرد بالاتری نسبت به پایه اهلی برخوردار هستند. فرگوسن و هاویلاند^۲ (۲۰۱۶) اظهار داشتند در سال‌های اولیه آغاز صنعت پسته در کالیفرنیا در مقطع زمانی کوتاهی از پایه اهلی استفاده گردید اما به زودی این پایه به علت عدم مقاومت در برابر نماتدها و گموز حذف

1-Whitehouse

2-Ferguson and Haviland

شد. میزان جوش خوردن و درصد سبز شدن بالای پیوندک پسته اهلی روی آتلانتیکا و میزان رشد اولیه و یکنواختی بیشتر آن نسبت به پایه تربینتوس به همراه سازگاری بالاتر آن با پیوندک سبب محبوبیت این پایه بین باغداران آمریکایی شد. اما بیشتر باغات پسته روی زمین‌هایی احداث شدند که در گذشته در آن‌ها پنبه کشت می‌شد و به شدت آلوده به بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم (*Verticillium dahlia*) که دارای دامنه وسیع میزبانی است، بودند. پنبه به طور شگفت‌آوری سبب تولید و گسترش اندام‌های باردی قارچ یا همان میکرواسکلروت‌ها^۱ و آلودگی خاک می‌گردد. هر دو گونه تربینتوس و آتلانتیکا به بیماری قارچی ورتیسیلیوم حساس بودند. بنابراین ورتیسیلیوم سریعاً به مهم‌ترین و خسارت‌زا ترین عامل بیماری درختان پسته در آمریکا تبدیل شد (شکل ۲۶).



شکل ۲۶. خسارت بیماری پژمردگی ورتیسیلیوم به باغات با پایه آتلانتیکا و تربینتوس در آمریکا

از آن‌جا که مبارزه با این عامل بیماری‌زا سخت بود، در کنار سایر اقدامات زراعی از جمله آفتاب‌دهی^۲، جستجو جهت یافتن پایه‌های مقاوم آغاز شد. در سال ۱۹۸۲ مشخص گردید که پایه اینتگریمما به بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم مقاوم بوده و آلوده نمی‌شود اما این پایه که به PGI معروف شد نیز بی‌عیب نبود و به سرما حساسیت بالایی نشان می‌داد. بنابراین در اواسط دهه ۱۹۸۰ به منظور ترکیب تحمل به سرمای آتلانتیکا و مقاومت به ورتیسیلیوم اینتگریمما، یک رقم هیبرید به نام PGII بین آتلانتیکا به عنوان والد مادری و اینتگریمما به عنوان والد پدری ایجاد شد. برخلاف انتظارات، این پایه از تحمل قابل قبولی به هیچ یک از عوامل ذکر شده برخوردار نبود. در یک تلاقی بین یک درخت ماده خاص آتلانتیکا و یک نر خاص اینتگریمما، پایه هیبریدی UCB1 در سال ۱۹۸۹ در دانشگاه برکلی کالیفرنیا معرفی شد که به علت

1-Microsclerotia
2 -Solarization

مقاومت به بیماری قارچی ورتیسیلیوم، تحمل متوسط به سرما، باردهی زودهنگام، سرعت رشد و عملکرد بالا به عنوان پایه غالب صنعت پسته کالیفرنیا انتخاب شد. هم اکنون پسته آمریکا، به طور عمده روی سه پایه آتلانتیکا، PGI و به ویژه UCB1 رشد داده می‌شود و دیگر پایه‌ها از گردانه رقابت خارج و از رونق افتاده‌اند (اپستین و همکاران^۱، ۲۰۰۴). علاوه بر پایه‌های ذکر شده دو گونه مکزیکی و چینی جنس پسته نیز به عنوان پایه مورد استفاده قرار گرفتند اما دارای اهمیت و ارزش تجاری نبودند. در حال حاضر نیز محققین آمریکا در جهت برنامه‌های اصلاحی خود به دنبال ارتقاء پایه UCB1 بوده و تلاقی‌های متعددی بین پایه‌های آتلانتیکا و اینتگریم انجام داده‌اند که در ادامه این مطلب آورده شده است. آن‌ها همچنین در سال‌های اخیر گونه چینی را وارد برنامه‌های اصلاحی خود کرده و با گونه اینتگریم تلاقی داده و در حال ارزیابی نتایج حاصل از آن‌ها می‌باشند.

۳-۳- پایه‌های پسته آمریکا

۳-۳-۱- پایه تربینتوس

منشاء گونه تربینتوس (*P. terebinthus* L.) را مدیترانه و به ویژه ترکیه می‌دانند زیرا بیشترین تنوع آن در این کشور وجود دارد. تربینتوس را به درخت سقز/تربانتین می‌شناسند که از گذشته در کشورهای مختلف به عنوان منبع سنتی تولید سقز (آدامس طبیعی) استفاده شده است (کوله^۲، ۲۰۱۱). درختان تربینتوس به صورت بوته، درختچه و یا درختان کوچک رشد می‌کنند. اگرچه آنها ممکن است بسته به شرایط خاک بین ۳-۵ متر رشد کنند اما به طور طبیعی در مناطق سنگلاخی و جنگلی به عنوان درختچه یا بوته رشد می‌کنند (شکل ۲۷). با وجود اینکه تربینتوس در آمریکا به دلیل عدم مقاومت قابل قبول به بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم مورد توجه قرار نگرفت اما تربینتوس در بسیاری از کشورها از جمله ایتالیا، ترکیه، اسپانیا، یونان، تونس و سوریه به عنوان پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پایه دارای سیستم ریشه بسیار قوی است که به راحتی در اعماق خاک و حتی صخره‌های سنگی نفوذ می‌کند. به طور متوسط ۸۰ درصد پیوندهای پسته اهلی روی این پایه جوش خورده و سبز می‌شود. این پایه از تحمل به خشکی و سرمای بالایی در بین سایر گونه‌ها برخوردار است و به بیماری‌های خاک‌زی به ویژه گموز، آرمیلاریا و نماتد تحمل خوبی دارد و میزان تحمل آن به ورتیسیلیوم از پایه‌های آتلانتیکا و پسته اهلی بالاتر و از پایه اینتگریم پایین‌تر است. طول عمر پیوندک پسته اهلی روی این پایه از سایر گونه‌ها بیشتر و در حدود ۲۰۰ سال است. این درحالی است که این طول عمر برای پسته اهلی ۱۵۰ سال و لنتیسکوس تنها ۴۰ سال است (وایت‌هوس^۳،

1-Epstein

2-Kole

3-Whitehouse

۱۹۵۷؛ پادولوسی و حاج حسن^۱، ۲۰۰۱). همچنین این گونه توانایی بالایی در جذب عناصر غذایی به ویژه ریزمغذی‌ها از خاک دارد (فرگوسن و هاویلاند^۲، ۲۰۱۶). در بیشتر مناطق پسته خیز یونان به دلیل آلودگی شدید خاک‌ها به بیماری گموز، ضعیف بودن خاک و وجود سرمای غیر معمول در طول فصل رشد از این پایه استفاده می‌نمایند. تربینتوس و هیبریدهای حاصل از آن از مهم‌ترین پایه‌های ترکیه و ایتالیا محسوب می‌شوند. از آن‌جا که تنش‌های زیستی شامل گموز و نماتد و تنش‌های غیر زیستی شامل خشکی، شوری و سرما مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید پسته در کشور شناخته می‌شوند، به نظر می‌آید که این پایه و یا هیبریدهای حاصل از آن می‌توانند گزینه مناسبی برای برخی مناطق و یا ارقام ما باشد که باید مورد توجه و ارزیابی بیشتر قرار گیرد. لازم به ذکر است که پیوند برخی ارقام روی این پایه سازگاری خوبی نداشته و درصد سبز شدن پیوندک پایین است. کشورهای ترکیه، ایتالیا و اسپانیا توجه ویژه‌ای به تربینتوس در برنامه‌های اصلاحی خود داشته و هیبریدهای متعدد بین گونه‌ای که یکی از والدین تربینتوس بوده است، را ایجاد کرده‌اند (بادنز و بایرن^۳، ۲۰۱۲).



شکل ۲۷. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه تربینتوس

۳-۲-۳- پایه آتلانتیکا

آتلانتیکا (*P. atlantica* Desf.) روزگاری یکی از محبوب‌ترین پایه‌های کالیفرنیا بود اما حساسیت شدید آن به بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم سبب حذف آن از بسیاری از مناطق پسته‌کاری شد (گیجون و همکاران^۴، ۲۰۱۰). هم‌اکنون نیز این پایه در مناطقی مانند دره ساکرامنتو که بیماری پژمردگی ورتیسیلیوم شایع نیست و یا مناطقی خارج از دره سان جواکوین که احتمال سرمازدگی وجود دارد، رایج است. منشاء این گونه نیز همانند پایه تربینتوس، منطقه مدیترانه و به ویژه ترکیه می‌دانند زیرا بیشترین تنوع آن در این

1-Padulosi and Hadj-Hassan

2-Ferguson and Haviland

3-Badenes and Byrne

4-Gijón

کشور وجود دارد. درخت آن از پایه تربینتوس قوی‌تر بوده و سرعت رشد بیشتری دارد و ارتفاع آن به بیش از ۷ متر نیز می‌رسد اما سرعت رشد آن از پایه اینتگریمما پایین‌تر است (شکل ۲۸). می‌توان گفت که به جز ایران، این گونه در تمامی کشورهای تولید کننده پسته به عنوان پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. از شمال آفریقا تا شرق ترکیه علاوه بر پایه، از چوب، رزین، تانن‌ها و میوه‌های کوچک و روغنی بسیار ارزشمند آن استفاده‌های متعددی در طب و صنعت می‌شود. دانه‌های آن دارای ۶۰ درصد روغن می‌باشد و در ترکیه برای ساخت عطر و آبنبات مشهوری به نام تسوکپی^۱ استفاده می‌شود. برگ آن غنی از تانن بوده و بخور آن بوی دلپذیری ایجاد کرده که در جشن‌ها استفاده می‌شود. همچنین از این گونه به دلیل نیاز آبی کم و سایه انداز خوب در فضاهای سبز و پارک‌ها نیز استفاده می‌شود. آتلانتیکا دارای تحمل به خشکی، شوری و سرما بالاتری نسبت به اینتگریمما و UCB1 است. همچنین از تحمل خوبی به نماتد و گموز برخوردار است. سرعت اولیه و یکنواختی رشد پیوندک پسته اهلی روی آن از پایه تربینتوس بیشتر است. کشور اسپانیا در سال ۲۰۰۳ یک برنامه جامع اصلاحی را جهت بهبود تحمل به خشکی پایه‌های پسته آغاز نمود. این برنامه طی دو مرحله شامل تلاقی بین پایه‌های متداول و تلاقی بین ژرمپلاس‌های مختلف جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور اجرا گردید و نتایج حاصل از آن نشان داد که تلاقی بین گونه‌های آتلانتیکا و اهلی از همه موفقیت‌آمیزتر بوده است (گورور و همکاران،^۲ ۲۰۰۳؛ گیجون و همکاران،^۳ ۲۰۱۰). پایه آتلانتیکا همانند پایه تربینتوس می‌تواند گزینه مناسبی برای پایه در ایران باشد. مطالعه برنامه‌های به‌نژادی پایه در کشورهای مدیترانه‌ای به ویژه اسپانیا، ترکیه، ایتالیا و یونان نشان می‌دهد که آن‌ها توجه ویژه‌ای به دو گونه آتلانتیکا و تربینتوس در برنامه‌های خود داشته‌اند که این امر می‌تواند به دلیل ویژگی‌های ذکر شده برای این دو پایه، برای باغات پسته‌کاری کشور ما ایران نیز مفید واقع شوند.



1-Tsukpi

2-Guerrero

3-Gijón

شکل ۲۸. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه آتلانتیکا

۳-۳-۳- پایه چینی

یکی دیگر از پایه‌های که به صورت محدود در آمریکا مورد توجه قرار گرفت، گونه چینی (*P. chinensis*) Bunge بود. منشاء این گونه کشور چین است. بیشترین تنوع ژنتیک آن نیز در همین کشور وجود دارد و در ۱۳ استان آن پراکنده شده است. آن‌ها برای مقایسه پایه‌ها و شناسایی پایه برتر برای شرایط آمریکا، ارقام مختلف را روی این پایه پیوند زدند و متوجه شدند که این پایه همانند پایه تربینتوس ناسازگاری شدید با پیوندک پسته اهلی دارد. علارغم این‌که این پایه تحمل خوبی به سرما و خشکی داشته و خسارت قابل توجهی نمی‌بیند اما نسبت به بیماری قارچی ورتیسیلیوم حساس است. اگرچه این گونه به عنوان پایه ارزش تجاری ندارد اما در بسیاری از نقاط دنیا به ویژه کالیفرنیا از آن به عنوان یک گیاه زینتی با برگ‌هایی درخشان و زیبا استفاده می‌شود که سایه‌انداز خوبی نیز ایجاد می‌کند. همچنین گونه چینی به دلیل داشتن برگ‌های زیبا، کاربرد فراوانی در تولید درختان مینیاتوری بونسای دارد (شکل ۲۹). تلاقی بین یک ژنوتیپ پسته چینی به نام UCD16.9 به عنوان والد ماده و یک ژنوتیپ اینتگریمما به نام UCD1.7 به عنوان والد دهنده دانه گرده در سال ۱۹۹۱ سبب ایجاد نتاجی شد که حدود ۲۵ درصد آن‌ها دارای اندازه کوچکی بوده و برای تولید بونسای مناسب بودند (پارفیت^۱، ۲۰۰۳).



شکل ۲۹. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه چینی و استفاده از آن در تولید بونسای

۳-۳-۴- پایه اینتگریمما (PGI)

گونه اینتگریمما (*P. integerrima* Stewart) که به عنوان پایه Pioneer Gold I (PGI) در آمریکا معرفی شده است از شرق افغانستان تا غرب نپال در جنگل‌های نیمه‌گرمسیری با بارندگی نسبتاً مطلوب و ارتفاع ۵۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا گسترش یافته و منشاء آن را هند و شرق چین می‌دانند (شکل ۳۰). اگرچه زهری^۱ (۱۹۵۲) اینتگریمما را زیر گونه‌ای از پسته چینی می‌دانست اما مطالعات مورفو-فیزیولوژیکی و مولکولی آن را در گونه جداگانه قرار داد (کوله^۲، ۲۰۱۱). سرعت رشد اینتگریمما از تمامی گونه‌های جنس پسته بیشتر است و گاهی ارتفاع آن به بیش از ۱۸ متر می‌رسد. سرعت رشد و کیفیت خوب چوب این گونه سبب نابودی آن در بسیاری از زیستگاه‌های طبیعی آن گردیده است. برگ‌ها و گل‌های آن در طب سنتی استفاده متعددی دارند و جهت تغذیه دام نیز از آن‌ها استفاده می‌شود. یکی از دلایل علاقه‌مندی کشاورزان آمریکایی به این گونه به عنوان پایه به دلیل سرعت رشد بالای آن بوده است. این پایه به جز آمریکا در سایر کشورهای پسته‌خیز مورد توجه قرار نگرفته است زیرا اینتگریمما پایه‌ای حساس به خشکی، شوری و سرما است که این تنش‌های محیطی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید در این کشورها و به ویژه کشور ما ایران می‌باشند. این پایه همچنین دارای توانایی پایین‌تری در جذب عناصر ریزمغذی به ویژه روی و مس نسبت به پایه‌های آتلانتیکا و تربینتوس است. همانطور که پیش‌تر ذکر گردید بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم مهم‌ترین بیماری پسته در باغ‌های کالیفرنیا بوده است که با از بین بردن تعداد زیاد درخت، خسارت اقتصادی شدیدی به بار آورد و صنعت پسته آمریکا را در بسیاری از نقاط دره سان‌جواکوین به مرز نابودی کشاند (شکل ۲۶). آنها با رشد دادن گونه اینتگریمما در زمین‌های آلوده به ورتیسیلیوم، پی به مقاومت بالای این گونه برده و جایگزینی آن با پایه‌های حساس آتلانتیکا و تربینتوس را موثرترین راه برای مبارزه با ورتیسیلیوم دانستند. آنها جمعیتی از ژنوتیپ‌های مختلف گونه اینتگریمما را طی ۱۵ سال مورد ارزیابی قرار دادند. در طی این سال‌ها، مقاوم‌ترین والدین به بیماری قارچی ورتیسیلیوم را انتخاب کردند و در نهایت پایه PGI آزاد گردید. بنابراین این پایه اگرچه همان گونه اینتگریمما است اما ممکن است از پایه‌های اولیه استفاده شده از نظر ژنتیکی متفاوت باشد (بادنز و بیرن^۳، ۲۰۱۲). پایه PGI در ابتدا از طریق گرده افشانی آزاد گونه اینتگریمما تولید شد اما اخیراً از طریق درختان نر و ماده برتر که گزینش شده‌اند، تولید می‌گردد. اما والدین آن همانند UCB1 منحصر به فرد و دارای علامت تجاری خاصی نیستند (فرگوسن و هاویلاند^۴، ۲۰۱۶). اگرچه اینتگریمما و PGI نمی‌توانند پایه مناسبی برای بیشتر نقاط پسته خیز کشور ما باشند اما این گونه‌ها دارای سرعت رشد بالایی نسبت سایر گونه‌ها به ویژه گونه اهلی می‌باشند و سریع‌تر به مرحله باردهی می‌رسند. بنابراین می‌توان از آن به عنوان یک والد پر رشد در تلاقی با پایه‌های متداول در باغات پسته کشور

1-Zohary

2-Kole

3-Badenes and Byrne

4-Ferguson and Haviland

بهره برد. خوشبختانه همین امر مورد توجه اصلاح‌گران پسته در ایران قرار گرفته است و هم اکنون برنامه‌های اصلاحی متعددی جهت تلاقی این گونه با پایه‌های اهلی و غیراهلی کشور در حال اجرا می‌باشد. در این برنامه‌ها سعی بر این است که سرعت رشد این گونه را با خصوصیات مطلوب پایه‌های سازگار با شرایط ایران که سال‌هاست مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ترکیب سازند و پایه‌های پر رشد و سازگار با شرایط پسته کاری ایران که کاملاً متفاوت از آمریکا است را ایجاد نمایند.



شکل ۳۰. مورفولوژی خوشه، میوه و درخت گونه اینتگریمما

۳-۳-۵- پایه‌های هیبریدی (PGII و UCB1)

اگرچه پایه PGI توانست مهم‌ترین چالش پیش‌روی صنعت آمریکا را برطرف و فرصتی دوباره و حتی مناسب‌تر از گذشته برای این صنعت نوپا ایجاد کند اما حساسیت این پایه به تنش‌های غیرزیستی به ویژه سرما در برخی سال‌ها مشکلات عدیده‌ای ایجاد می‌نمود. بنابراین انجام تلاقی‌های کنترل شده بین گونه اینتگریمما به عنوان والد پدری و آتلانتیکا به عنوان والد مادری در جهت رفع این مشکل سبب آزاد سازی تقریباً هم زمان دو پایه هیبریدی PGII و UCB1 در دهه ۱۹۸۰ گردید.

۳-۳-۵-۱- پایه هیبریدی PGII

پایه Pioneer Gold II (PGII) حاصل تلاقی جمعیتی از درختان آتلانتیکا به عنوان والد مادری متحمل به سرما و اینتگریمما به عنوان والد پدری مقاوم به ورتیسیلیوم در یک محیط ایزوله جهت جلوگیری از ورود

گرده‌های ناخواسته است. در عمل در معرفی این پایه از روش اصلاحی پلی کراس استفاده شده است. اما نتایج بدست آمده به دور از انتظار بود و پایه ایجاد شده نه تنها از تحمل به سرمای قابل قبولی در مقایسه با والد مادری برخوردار نبود بلکه بسیار حساس به بیماری قارچی ورتیسیلیوم نیز بود. جالب‌تر آن که حساسیت PGII از آتلانتیکا نیز بیشتر است که بیانگر یک تفکیک متجاوز منفی در این تلاقی است. اما تحمل به سرما و قدرت جذب ریزمغذی‌ها توسط آن کمی بالاتر و میزان عملکرد رقم کرمان روی آن پایین‌تر از والد پدری یعنی اینتگریمما بود. مجموعه ویژگی‌های ذکر شده سبب شد که از پایه PGII کمتر استفاده گردد و هم اکنون جزء پایه‌های متداول آمریکا محسوب نمی‌شود و عملاً از چرخه تولید خارج شده است.

۳-۳-۵-۲- پایه هیبریدی UCB1

اگرچه پایه University California Berkeley¹ (UCB1) و PGII حاصل از تلاقی دو گونه یکسان است اما والدین آنها از یک دیگر کاملاً متفاوت هستند. پایه UCB1 در یک تلاقی ویژه بین یک درخت ماده خاص آتلانتیکا (*P. atlantica* KAC.) و یک نر خاص اینتگریمما در یک محیط ایزوله در سال ۱۹۸۹ توسط دکتر لی آشورث^۱ از بخش بیماری‌شناسی در دانشگاه برکلی کالیفرنیا آزاد گردید. در واقع تولید بذور این پایه تنها از طریق تلاقی بین یک تک درخت خاص اینتگریمما و آتلانتیکا در قالب روش اصلاحی تاپ کراس و بر اساس ترکیب‌پذیری خصوصی است. همانطور که پیش‌تر ذکر گردید، دلیل اصلی حرکت صنعت پسته آمریکا به سمت پایه‌های حاصل از انتخاب و تلاقی در گونه اینتگریمما، آلودگی شدید زمین‌های کالیفرنیا به عامل بیماری قارچی ورتیسیلیوم و مقاومت این گونه به آن بوده است. با اطمینان می‌توان گفت که اگر این بیماری مانعی برای پسته کالیفرنیا نمی‌شد شاید هرگز در آن مقطع زمانی اصلاح‌گران پسته آمریکا به سمت این پایه ارزشمند پیش نمی‌رفتند و شاید آن‌ها همانند بسیاری از کشورها پسته خیز به دنبال یافتن هیبریدهای مناسب در گونه‌های اهلی، تربینتوس و آتلانتیکا که پایه‌های اولیه آمریکا نیز بودند، پیش می‌رفتند. این بیماری ناخواسته همانند بسیار از اکتشافات در علوم سبب تولید یکی از ارزشمندترین پایه‌های پسته در دنیا گردید که به سرعت به محبوب‌ترین پایه نزد کشاورزان آمریکایی تبدیل شد. مورگان و همکاران^۲ (۱۹۹۲)، فرگوسن (۲۰۰۸) و ستاملر و همکاران^۳ (۲۰۱۵) دلیل اصلی محبوبیت UCB1 را در مقاومت بالای آن به ورتیسیلیوم، تحمل متوسط آن به سرما و درصد زنده‌مانی و سازگاری استثنایی آن با رقم کرمان به عنوان پیوندک ذکر کرده‌اند. علاوه بر این ویژگی‌های مطلوب، سرعت رشد رویشی بالای این پایه نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین رضایت‌مندی باغداران آمریکایی افزود. درحال حاضر قسمت اعظم باغات پسته آمریکا زیر کشت پایه UCB1 است و در سال‌های اخیر تقاضا برای آن در بین کشاورزان آمریکایی به شدت افزایش یافته

1-Lee Ashworth

2-Morgan

3-Stamler

است. به طوری که تولید و تکثیر سایر پایه‌های شرح داده شده کاهش شدید یافته و در حاشیه قرار گرفته است. از آنجا که این پایه طی چند سال اخیر وارد کشور ما نیز گردیده و به سرعت در حال توسعه می‌باشد، بنابراین برای ما نسبت به سایر پایه‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است و در این بخش بیشتر به آن می‌پردازیم.

۳-۵-۲-۱- روش‌های تکثیر در پایه UCB1

تکثیر و عرضه نهال‌های این پایه در آمریکا به دو طریق بذری و کشت بافتی انجام می‌شود. همچنین تعداد اندکی پایه از طریق روش خواباندن هوایی یا چینی^۱ تولید می‌گردد که قابل چشم‌پوشی است (شکل ۳۱ و ۳۲). در اواخر دهه ۱۹۶۰ که سرآغازی برای صنعت پسته آمریکا محسوب می‌شود تمامی انواع پایه‌ها از طریق بذر تکثیر می‌شوند. پسته جز گیاهان سخت ریشه‌زا^۲ محسوب شده و ریشه‌دار کردن قلمه‌های آن به آسانی صورت نمی‌گیرد. در حال حاضر نیز نزدیک به ۳ میلیون بذر UCB1 در یک محیط گلخانه‌ای ایزوله، جهت جلوگیری از ورود گرده‌های ناخواسته در دانشگاه دیویس کالیفرنیا تولید می‌شود. از آنجا که زمان گرده افشانی درختان نر و ماده یکسان نبوده، جهت انجام تلاقی، دانه‌های گرده اینتگریمما جمع‌آوری می‌شود و در زمان مناسب گرده‌افشانی انجام می‌پذیرد. در شرایط ایران نیز گل‌دهی درختان نر اینتگریمما و ماده آتلانتیکا هم‌زمان نبوده و ۷ تا ۱۰ روز پس از پایان گرده افشانی اینتگریمما، گل‌های آتلانتیکا آماده دریافت دانه گرده می‌شوند. در حال حاضر قیمت هر دانه بذر تولید شده در دانشگاه دیویس یک دلار می‌باشد. همچنین هر دانه پیوندک ارقام مختلف شامل گلدن هیلز، لاست هیلز، فاموسو، راندی، تجن و گومدروپ نیز به قیمت یک دلار در بخش پسته دانشگاه دیویس فروخته می‌شود (<http://fps.ucdavis.edu/pistachioscion.cfm>).



1 - Air-layering
2 - difficult-to-root



شکل ۳۱. مراحل تکثیر بذری پایه UCB1



شکل ۳۲. تکثیر رویشی پایه UCB1 به روش کشت بافت (سمت راست) و خواباندن هوایی (سمت چپ)

پسته گیاهی دگرگشن و دوپایه است که اندازه ژنوم آن در حدود ۶۰۰ میلیون جفت باز بوده و از هتروزیگوسیتی بالایی برخوردار است (مطلبی پور^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین در تکثیر نهال از طریق بذری به دلیل تفرق آلل‌های مختلف ژن‌ها، نایک‌نواختی زیادی ایجاد شده است و تقریباً هیچ‌گاه نمی‌توان دو نهال یکسان را یافت. اگرچه می‌توان با انتخاب والدین مناسب و برتر همانند روش تولید بذر UCB1 در دانشگاه دیویس، دامنه تغییرات نتاج را در حد مطلوب نگه داشت و تفرق را به سمت مثبت و تولید جمعیتی از بذرهای مناسب اما هتروژن پیش برد.

تکثیر کلونی با کمک کشت بافت یکی دیگر از روش‌های تکثیر پایه UCB1 به منظور محدود ساختن تنوع ژنتیکی و تولید نهال‌های یکسان توسعه یافت و امکان انتخاب و تکثیر کلون‌های برتر این پایه را فراهم می‌سازد (المهدی^۲ و همکاران، ۲۰۰۲ و ستاملر و همکاران^۳، ۲۰۱۵). ریزازدیادی پسته با کمک تکنیک کشت بافت برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۸۰ گزارش گردید و از آن پس روش‌ها و دستورالعمل‌های

1-Motalebipour

2 -Almehdi

3-Stamler

مختلفی جهت بهینه‌سازی آن ارائه گردید. در اوایل دهه ۲۰۰۰ ریزازدیادی پایه‌های پسته در آمریکا معرفی و توسعه یافت. در این روش از طریق ریشه‌دار نمودن ریز نمونه‌های حاصل از جوانه جانبی ساقه در یک محیط غذایی مصنوعی و با کمک هورمون‌های گیاهی، اقدام به تولید و تکثیر نهال‌ها می‌نمایند (شکل ۳۳).



شکل ۳۳. ریزازدیادی پایه UCB1 با کمک ریز نمونه حاصل از جوانه جانبی ساقه (اقتباس از دانشگاه تربیت مدرس)

بنابراین همانند سیستم‌های تکثیر غیر جنسی، تمامی نهال‌های حاصل از ماده گیاهی اولیه همانند آن بوده و هیچ تفاوتی ژنتیکی با آن ندارند که از مهم‌ترین مزایای این روش تکثیری محسوب می‌شود. در واقع می‌توان گفت روش کشت بافت همان روش قلمه‌زنی سنتی در اندازه‌های بسیار کوچک‌تر و آزمایشگاهی است که کشاورزان هزاران سال از آن بهره می‌برده‌اند. فرگوسن و هاویلاند^۱ (۲۰۱۶) اظهار داشتند که نهال‌های بذری دارای سیستم ریشه‌ای بهتری نسبت به کشت بافتی هستند. ریشه بذری از رشد و نمو رادیکل^۲ یا همان ریشه‌چه جنینی حاصل از طویل شدن محور زیر لپه‌ای یا هیپوکوتیل^۳ ایجاد می‌شود که طی هزاران سال تکامل یافته است و این در حالی است که ریشه حاصل از کشت بافت از نوع ریشه‌های نابجا و حالت افشان دارند، می‌باشد. همان‌طور که گفته شد، سیستم ریشه پسته از نوع راست و بسیار عمیق فراتوفیت^۴ می‌باشد که به دلیل ویژگی‌های کم نظیر، عامل اصلی ایجاد تحمل بالای درختان پسته به خشکی و شوری است. فرگوسن و هاویلاند (۲۰۱۶) از مزایای روش ازدیاد کشت بافتی بر بذری را، یکنواختی نهال‌های ایجاد شده دانستند. اما آن‌ها اظهار داشتند که این یکنواختی و غیر یکنواختی بسته به واکنش به شرایط محیطی و بیماری‌ها می‌تواند مفید و یا مضر باشد. آن‌ها گسترش بیماری باکتریایی سندروم بوشی‌تاپ و خسارت ناشی از آن را در یک جمعیت از پایه‌های UCB1 که به شدت یکنواخت و حساس به

1-Ferguson and Haviland

2-Radicle

3 -Hypocotyle

4 -Phreatophyte

این بیماری بود، دلیل این موضوع دانستند. از نظر این دو محقق صنعت پسته کالیفرنیا باید یک برنامه حفاظتی برای تولید کلون‌های ارقام و پایه‌ها پسته همانند برنامه‌هایی که برای صنعت مرکبات طراحی شده است، در نظر بگیرد.

در ایران تنها پایه‌های کشت بافتی UCB1 توسط شرکت‌های مختلف کلون شده و به صورت تجاری عرضه می‌گردند. از آنجا که تعداد این شرکت‌ها روز به روز در حال افزایش است، بنابراین نظارت کافی بر کیفیت ریز نمونه اولیه بکار رفته در این واحدهای تولیدی امری ضروریست که همانند صنعت آمریکا در آینده متحمل خسارت نشویم. در سیستم ریزازدیادی حاصل از کشت بافت، تمامی پایه‌های ایجاد شده کاملاً یکنواخت و دارای کیفیتی مطابق با ریزنمونه‌ای اولیه که از آن منشأ گرفته‌اند، می‌باشند. بنابراین اگر این ریز نمونه اولیه از کیفیت مناسبی جهت تحمل به تنش‌های محیطی برخوردار نباشد و یا آلوده به بیماری خاصی باشد به تمام نمونه‌های منشعب از آن انتقال داده شده و گسترش می‌یابد. همچنین بهینه کردن روش تکثیر جهت کاهش حداقل تنوع سوماکلونال و تهیه نهال‌های با کیفیت که به شرایط طبیعی تکثیر (بذری) بیشترین شباهت را داشته باشد، از ملزومات این تکنیک است.

۳-۳-۵-۲- سرعت رشد رویشی و عملکرد در پایه UCB1

یکی از ویژگی‌های بارز پایه هیبریدی UCB1 سرعت رشد رویش بی‌نظیر آن در مقایسه با سایر پایه‌ها متداول در دنیا می‌باشد. این رشد رویشی در روزهای گرم تابستان نیز متوقف نشده و ادامه می‌یابد. UCB1 همانند PGI و PGII این ویژگی را از والد پدری خود اینتگریمما به ارث برده است که پر رشدترین گونه جنس پسته است. رشد رویشی و افزایش قطر تنه، امکان پیوند زدن در سال‌های اولیه استقرار نهال را در باغ فراهم می‌نماید و سبب باردهی زودهنگام در مقایسه با دیگر پایه‌ها می‌گردد. همچنین اندازه تاج گیاه در ارقامی که روی UCB1 و اینتگریمما رشد داده شده‌اند از سایر پایه‌ها مانند اهلی، تربینتوس و آتلانتیکا بزرگ‌تر است (شکل ۳۴ و ۳۶). آتلی و همکاران^۱ (۲۰۰۱) با مطالعه ۶ پایه اهلی رقم قرمزی، آتلانتیکا، اینتگریمما، خنجوک، تربینتوس و UCB1 دریافتند که بیشترین میزان رشد نهال در ۴ ماهه اول مربوط به پایه اهلی بود. در پایان سال اول، سه پایه UCB1، اینتگریمما و اهلی به ترتیب بالاترین قطر تنه را نشان دادند. بالاترین ارتفاع نهال به ترتیب در UCB1، اهلی و اینتگریمما مشاهده شد. بالاترین درصد موفقیت پیوندک به ترتیب روی سه پایه آتلانتیکا، اهلی و اینتگریمما در این پژوهش ثبت گردید.

¹ Atli



شکل ۳۴. رشد رویش پایه UCB1 و گسترش رقم کرمان روی آن

رشد رویشی سریع این هیبرید بین گونه‌ای از دید طراحان فضای سبز نیز دور نماند و سبب معرفی و گسترش هیبریدی به نام ردپوش^۱ به عنوان یک درخت زینتی پر رشد، زیبا و متحمل به خشکی به همراه سایه‌انداز خوب در حیاط خانه‌ها و فضاهای عمومی به ویژه در ایالت آریزونا گردیده است (شکل ۳۵).





شکل ۳۵. استفاده از هیبرید بین گونه آتلانتیکا × اینتگریمما به نام ردپوش در طراحی فضاهای عمومی و حیات خانه‌ها

فرگوسن^۱ و همکاران (۲۰۰۲) با مطالعه روی چهار پایه متداول آمریکا نشان دادند که رقم کرمان به ترتیب روی پایه‌های UCB1 و PGI دارای بیشترین عملکرد بود و پس از آن PGII و در نهایت آتلانتیکا قرار داشت. این افزایش عملکرد به دلیل اندازه دانه و یا تعداد دانه در خوشه نبود. بلکه دلیل اصلی آن تعداد خوشه در هر درخت ذکر گردید که می‌تواند ناشی از اندازه بزرگ‌تر تاج رقم کرمان روی این پایه باشد (شکل ۳۶). در این پژوهش پایه اثر معنی‌داری روی سال‌آوری نداشت. این پدیده فیزیولوژیک تحت تاثیر مستقیم رقم قرار دارد و کمتر از پایه تاثیر می‌پذیرد.

مشاهدات میدانی در مناطق مختلف استان کرمان نیز نشان می‌دهد که این پایه در سال اول پس از استقرار در باغ از سرعت رشد رویشی بسیار خوبی برخوردار بوده و رضایتمندی باغداران را به همراه دارد. اما این سرعت در سال‌های بعد به طور چشم‌گیری کاهش می‌یابد. علت این ناسازگاری می‌تواند ناشی از رشد مداوم UCB1 در طول تابستان و پاییز و به دنبال آن خزان دیر هنگام باشد که با کاهش ذخیره مواد غذایی از جمله کربوهیدرات‌ها در گیاه، شرایط را برای خسارت سرمای ناگهانی در فصل پاییز و زمستان مناسب می‌سازد. کاهش بارندگی در سال‌های اخیر که با کاهش رطوبت هوا و افزایش نوسانات ناگهانی دما همراه شده است شرایط را برای ایجاد خسارت مستعدتر ساخته است. تعادل بین ریشه و اندام هوایی از دیگر گمانه‌زنی‌هاست که در جهت یافتن علت این عارضه در دست بررسی می‌باشد.



شکل ۳۶. مقایسه رشد رویشی رقم کرمان روی چهار پایه‌های UCB1، PGI، PGII و آتلانتیکا

۳-۳-۵-۲-۳- تحمل UCB1 به تنش‌های غیر زیستی

۳-۳-۵-۲-۱- تحمل به سرما

همانطور که ذکر گردید یکی از دلایل برتری پایه UCB1 نسبت به PGI، تحمل بالاتر این پایه نسبت به سرما است که سبب گسترش آن به ویژه در مناطقی از آمریکا که دارای زمستان سردتری می باشند، گردید. اگرچه این پایه نسبت به PGI مقاوم‌تر به سرما است اما دارای تحمل متوسطی به این تنش محیطی می‌باشد. در آزمایشی که روی ۵ پایه متداول آمریکا در سال ۱۹۸۹ انجام گرفت مشخص شد که پایه تربینتوس دارای مقاومت بالایی به سرما بوده و پس از آن آتلانتیکا قرار دارد. در این آزمایش پایه‌های PGII و UCB1 دارای تحمل پایین‌تری نسبت به پایه آتلانتیکا بودند و اینتگریم حساس‌ترین پایه به این تنش محیطی شناخته شد (فرگوسن و هاویلاند، ۲۰۱۶).

تحمل نسبی پایه UCB1 برای شرایط پسته‌کاری کالیفرنیا که در حاشیه اقیانوس قرار گرفته‌اند و کمتر سرماهای شدید زمستانی را تجربه می‌کند، مناسب بوده و مشکل عدیده‌ای ایجاد نمی‌نماید. اگرچه گزارشات متعددی از خسارت سرما در آن‌جا نیز وجود دارد. در شرایط آمریکا بیشترین خسارت سرما از همراه تا

اواسط دی اتفاق می‌افتد. ارقام کرمان، گلدن‌هیلز، پیترز و کله‌قوچی که روی پایه بذری UCB1 و PGI و پایه کشت بافتی UCB1 و PGII پیوند زده شده‌اند، بیشترین خسارت را دیده‌اند. پیوندک بیشتر از پایه تحت تاثیر اثرات نامطلوب خسارت قرار می‌گیرد (شکل ۳۷). در شرایط شوری آب و خاک و همچنین میزان بالای بُر و سدیم، خسارت سرما تشدید می‌گردد. در سال‌هایی که میزان بارندگی کمتر بوده است به دلیل کاهش رطوبت هوا و نوسانات دمایی، میزان خسارت بیشتری در آمریکا گزارش شد. درختان جوان پیوند خورده در سن سه بر گچه‌ای بیشترین خسارت را می‌بینند و این در حالی است که تا سن ۷ سالگی احتمال بروز خسارت وجود دارد.



شکل ۳۷. خسارت سرما بر تاج توسعه یافته روی پایه‌های از نوع اینتگریم شامل UCB1 و PGI در سال

۲۰۱۲

درختانی که در طول پاییز و زمستان خسارت دیده‌اند ممکن است تا قبل از سبز شدن در بهار هیچ علائمی را نشان ندهند اما به مرور علائمی مانند سرخشکیدگی، خارج شدن شیره از تنه و تیرگی تنه و ریشه به دلیل هیدرولیز و سیاه شدن نشاسته ظاهر می‌گردد (شکل ۳۸). اگرچه در درختان سالم تقریباً همه نشاسته ذخیره‌ای در ابتدای بهار صرف سبز شدن و گسترش دوباره برگ و شاخه می‌گردد اما در درختان آسیب دیده این نشاسته ذخیره‌ای به مصرف نرسیده و در تنه‌ها باقی می‌ماند. نمونه برداری از تنه درختان آسیب دیده نشان داد که آوندهای چوب و آبکش به شدت آسیب دیده‌اند. همچنین میزان سدیم و منیزیم در پوست درختان آسیب دیده بیشتر از سالم بود. علائم و خسارات سرما می‌تواند سال‌ها پس از وقوع خسارت ظاهر گردند.

مطالعه‌ای که طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ در ۲۹ باغ آسیب دیده در شهر کرن کالیفرنیا انجام شد نشان داد که پایه‌های PGI و UCB1 کشت بافتی به ترتیب ۶۵/۵ و ۳۴/۵ درصد خسارت دیدند و این در حالی بود که نهال‌های بذری UCB1 هیچ خسارتی ندیدند (کالسن^۱، ۲۰۱۷).



شکل ۳۸. علائم خسارت سرما شامل سیاهی تنه، خروج شیره و سرخشیدگی

بررسی‌ها نشان داد که در زمان وقوع سرما هرچه درخت به خواب عمیق‌تری فرو رفته باشد، میزان خسارت کاهش می‌یابد. از آن‌جا که یکی از مشکلات پایه‌هایی از نوع اینتگریمای یعنی UCB1، PGI و PGII رشد مداوم و خزان دیر هنگام در پاییز است این موضوع شرایط را برای ایجاد خسارت مساعدتر می‌سازد (شکل ۳۹). بنابراین اجبار درخت به ریزش برگ و رفتن به خواب زمستانی و دوره رکود، یکی از موثرترین راهکارها جهت کاهش خسارت سرما است.

¹ Kallsen



شکل ۳۹. عدم هم زمانی در به خواب رفتن پایه و پیوندک در باغ‌های کرن ایالت کالیفرنیا

کارلسن^۱ (۲۰۱۷) بهترین راهکارها جهت کاهش خسارت سرما در مناطق پسته‌کاری آمریکا به شرح ذیل دانست:

- استفاده از پایه‌های بذری
- کاشت در زمین‌های با شوری پایین و بافت سبک با زهکش مناسب
- قطع آبیاری در انتهای ماه اگوست که مصادف با دهه اول شهریور است.
- محلول پاشی سولفات روی در انتهای ماه اکتبر که مصادف با دهه اول آبان است.
- عدم استفاده از کودهای حاوی نیتروژن از ماه جولای به بعد که مصادف با دهه دوم تیر است.
- عدم هرس درخت از اواسط اگوست به بعد که مصادف با اواخر مرداد است.
- پوشاندن تنه درخت جهت جلوگیری از کاهش زیاد دما
- حذف تنه جوش‌های درختان آسیب دیده در بهار
- کاهش خسارت آفتاب سوختگی تنه با روش‌های مختلف از جمله رنگ آمیزی تنه و استفاده از سایه‌انداز (شکل ۴۰)

کالسن اظهار داشت علاوه بر اقدامات بالا باید امیدوار باشیم که میزان بارندگی و رطوبت هوا زیاد باشد و همچنین سرمای ناگهانی هوا از اکتبر تا اواسط دسامبر که مصادف با اواسط مهر تا اواخر آذر است اتفاق نیافتد تا احتمال خسارت کاهش یابد.



شکل ۴۰. استفاده از روش‌های مختلف جهت کاهش خسارت سرما؛ از راست به چپ به ترتیب محلول پاشی سولفات روی و قطع آبیاری، پوشاندن تنه و جلوگیری از آفتاب سوختگی تنه

کافی و همکاران (۱۳۹۳) بیان نمودند که تحمل به سرما تحت تاثیر دو هورمون آبسزیک اسید و سایتوکینین می‌باشد که محل اصلی بیوسنتز آنها در ریشه است. بنابراین ریشه نقش مهمی در ایجاد تحمل به این تنش مخرب محیطی دارد که بیانگر اهمیت پایه در ارتباط با آن می‌باشد. مشاهدات نشان می‌دهد که در شرایط ایران این پایه خسارت قابل توجهی از سرما دیده است و تعداد زیادی از آنها یا به طور کامل خشک می‌شدند و یا بخشی از نهال خشک و دوباره از پایین محل خشک شده رویش مجدد اتفاق می‌افتد (شکل ۴۱). میزان بارندگی پایین و آب و هوای خشک و کویری در بسیاری از نقاط پسته‌خیز ایران که سبب نوسانات دمای شدیدی می‌گردد، این مشکل را جدی‌تر نموده است. بنابراین در شرایط ایران جهت جلوگیری از خسارت سرما باید تدابیر ویژه‌ای اندیشید و به توصیه‌های ذکر شده در بالا توجه نمود. همچنین در گسترش آن در مناطق مستعد به خسارت که بخش عمده‌ای از مناطق پسته خیز را در بر می‌گیرد، دقت بیشتری نمود.



شکل ۴۱. خسارت سرما به پایه UCB1 در شرایط رفسنجان

با توجه به مطالب ذکر شده حال سوال اینجا است:

- آیا پس از پیوند زدن ارقام مختلف کشور روی این پایه، این حساسیت به پیوندک ارقام ما نیز همانند ارقام کالیفرنیا القاء می‌شود یا خیر؟
 - در صورت بروز خسارت سرما، کدام رقم تجاری کشور بیشترین خسارت را می‌بیند و کدام متحمل‌تر است؟
 - آیا در زمان بروز سرمازدگی بهاره، محصول ارقامی که روی این پایه رشد داده شده‌اند بیشتر خسارت می‌بینند یا کمتر؟
- قطعاً پاسخ دادن به این سوال و سوالات دیگر در همین رابطه نیازمند به انتظار نشستن باردهی و آزمون و خطا در هزاران هکتار باغ گسترش یافته با پایه UCB1 در ایران است که می‌توان گفت بدترین نوع ارزیابی و نوعی قمار بر سر صنعت پسته بزرگ‌ترین کشور تولید کننده پسته دنیا می‌باشد.

۳-۳-۵-۲-۳-۲- تحمل به شوری

آزمایشات مزرعه‌ای و گلخانه‌ای متعددی برای ارزیابی تحمل به شوری این پایه هیبریدی ارزشمند از سال ۱۹۹۴ در آمریکا آغاز گردید. اخیراً نیز یک آزمایش بلند مدت مزرعه‌ای به مدت ۹ سال از ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴

انجام گرفته است (فرگوسن و هاویلاند^۱، ۲۰۱۶). نتایج حاصل از یک مطالعه ۸ ساله مزرعه‌ای، نشان داد که درختان چهار پایه آتلانتیکا، PGI، PGII و UCB1 به آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۸ dS/m معادل ۵۱۲۰ PPM TDS متحمل بودند اما در هدایت الکتریکی ۱۲ dS/m معادل ۷۶۸۰ PPM TDS هر چهار پایه کاهش عملکرد داشتند. در میان این پایه‌ها، پایه UCB1 از همه حساس‌تر بود. در این آزمایش حد آستانه تحمل به شوری UCB1 ۹/۴ dS/m در نظر گرفته شد که به ازای هر واحد افزایش شوری، ۸/۴ درصد از عملکرد نسبی کاهش یافت. اما در مطالعات گلخانه‌ای، پایه PGI حساسیت بیشتری نسبت به شوری نشان داد. این پایه ۵۰٪ کامل رشد خود را در زمانی که شوری ناحیه ریشه به ۸ dS/m رسید، از دست داد. آزمایش دیگری به منظور ارزیابی احداث باغ در شرایط شوری ملایم با هدایت الکتریکی ۳/۲ و ۵/۲ در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ طراحی و اجرا گردید. به منظور ارزیابی تحمل به شوری عملکرد ۴ سال باردهی در نظر گرفته شد. در این آزمایش مشخص گردید که عملکرد رقم کرمان روی پایه PGI و UCB1 در هدایت الکتریکی بالای ۵ تا ۶ کاهش یافت. این کاهش برای پایه PGI و UCB1 به ترتیب برابر ۳/۱ و ۱/۴ درصد بود که تایید کننده آزمایش گلخانه‌ای بود. بنابراین شوری آب و خاک سبب تشدید خسارت سرما نیز در این پایه می‌گردد.

از آنجا که این پایه در ایران نیز وارد و گسترش یافته است آزمایشات مختلفی جهت ارزیابی تحمل به شوری آن‌ها انجام گرفته است. صادقی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی نشان دادند که تنش شوری ۱۲ دسی زیمنس از رشد UCB1 جلوگیری کرده و سبب افزایش نشت یونی، مالون دی‌آلدئید، پرولین، رادیکال آزاد پراکسید هیدروژن و پراکسیداز و در نهایت سبب آسیب به نهال‌های تحت تنش شده است. لازم به ذکر است که افزایش نشت یونی و مالون دی‌آلدئید نشان دهنده میزان خسارت و لیپیداسیون غشای سلولی و در نهایت مرگ سلولی است.

اسماعیلی خبر و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که تنش شوری سبب کاهش وزن خشک برگ و ساقه، قطر ساقه، محتوای نسبی آب برگ، سطح برگ، میزان کلروفیل، کاروتنوئیدها، فسفر، پتاسیم و منیزیم و افزایش پرولین، سدیم و کلر برگ و ریشه پایه کشت بافتی UCB1 گردید. در این مطالعه میزان وزن خشک این پایه در سطح شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سه سطح ۵، ۱۰ و ۴۵ درصد کاهش یافت. آن‌ها اظهار داشتند که با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان UCB1 را به عنوان پایه‌ای حساس به شوری در نظر گرفت.

نتایج حاصل از یک آزمایش مقایسه‌ای بین پایه UCB1 و بادامی زرنند در شرایط شوری آب و خاک به ترتیب ۱۵ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر در منطقه جوادیه فلاح نوق شهرستان رفسنجان حاکی از آن بود که تمامی پایه‌های UCB1 خسارت دیده و ۵۰ درصد آن‌ها خشک گردیدند. در این آزمایش پایه بادامی زرنند

سازگاری خوبی به این شرایط نشان داد و خسارت قابل توجهی ندید (شکل ۴۲). این درحالی است که ارزیابی پایه بادامی زرنده، قزوینی و UCB1 در شرایط تنش شوری ۱۲۰ میلی مولار توسط کریمی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که بیشترین کاهش میزان کلروفیل، سطح برگ و تعداد برگ در پایه بادامی زرنده و کمترین آن در پایه UCB1 مشاهده گردید.



شکل ۴۲. مقایسه پایه UCB1 (سمت راست) با پایه اهلی بادامی زرنده در شرایط شوری آب (15 dS/m) و خاک (21 dS/m)

۳-۳-۵-۲-۳- تحمل به خشکی

در مورد تحمل به خشکی این پایه اطلاعات زیادی در دسترس نیست. به طور کلی سازوکارهای ایجاد کننده تحمل به شوری، ارتباط نزدیکی با تحمل به خشکی داشته و معمولاً همبستگی معنی داری بین تحمل به این دو تنش محیطی وجود دارد. اینتگریمما والد پدری آن نسبت به خشکی حساس و آتلانتیکا والد مادری

آن دارای تحمل نسبتاً خوبی است. در پژوهشی که اخیراً توسط موریانا و همکاران^۱ (۲۰۱۸) در اسپانیا انجام شده تاثیر تنش خشکی بر پیوندک دو ساله رقم کرمان روی سه پایه تربینتوس، آتلانتیکا و UCB1 مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین میزان رشد رویشی رقم کرمان در شرایط خشکی روی پایه UCB1 بود. اما بر مبنای پارامترهای مرتبط با وضعیت آب در گیاه، آتلانتیکا به عنوان مقاوم‌ترین پایه انتخاب گردید. بیشترین درصد برگ باقی مانده در شرایط تنش به ترتیب مربوط به پایه آتلانتیکا، UCB1 و تربینتوس بود. آتلانتیکا بالاترین میزان افزایش قطری پایه و پیوندک رقم کرمان که روی آن رشد داده شده بود را در شرایط تنش نشان داد. کمترین میزان رشد قطری پایه برای UCB1 و کمترین میزان رشد قطری پیوندک روی تربینتوس در شرایط خشکی ثبت گردید. قبل و بعد از اعمال تنش، آتلانتیکا بیشترین وزن خشک برگ و شاخه و UCB1 بیشترین وزن خشک ریشه را نشان داد. در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی، بیشترین نسبت ساقه به ریشه در پایه آتلانتیکا و کمترین آن در UCB1 گزارش گردید. نتایج حاصل از پژوهش گیجون و همکاران^۲ (۲۰۱۰) حاکی از آن بود که گونه تربینتوس و هیبرید حاصل از تلاقی آتلانتیکا × اهلی به طور قابل توجهی حساسیت روزنه‌ای و قدرت زنده‌مانی در شرایط تنش خشکی را در پیوندک رقم کرمان افزایش داد و این درحالی بود که گونه آتلانتیکا با بیشترین کاهش سطح برگ، رشد و قدرت زنده‌مانی به عنوان حساس‌ترین پایه در این بین شناخته شد. مقایسه سه پایه تربینتوس، آتلانتیکا و اینتگریمما توسط ممی و همکاران^۳ (۲۰۱۶) نشان داد که پایه اینتگریمما دارای کمترین سازگاری به شرایط خشکی در مقایسه با دو پایه دیگر است. در این مطالعه تربینتوس متحمل‌ترین پایه به خشکی شناخته شد. همچنین در یک ارزیابی مشخص گردید که در شرایط پسته‌کاری رفسنجان هنگامی که دور آبیاری به ۳۰ روز افزایش داده شد، شدت رشد UCB1 نسبت به پسته اهلی بادامی کاهش قابل توجهی داشت. بنابراین با توجه به نکات ذکر شده نمی‌توان انتظار تحمل به تنش خشکی بالا در این پایه داشت. اما تعیین میزان تحمل این پایه نیازمند مطالعات علمی دقیق است که در پژوهشکده پسته در حال انجام می‌باشد.

۳-۳-۵-۲-۴- تحمل UCB1 به تنش‌های زیستی (بیماری‌ها)

۳-۳-۵-۲-۴-۱- بیماری‌های خاکزاد متداول

همان‌طور که پیش از این بیان شد یکی از نقاط قوت و دلیل اصلی گسترش و محبوبیت این پایه در بین کشاورزان آمریکا، تحمل بالای آن به بیماری‌های خاکزاد به‌ویژه ورتیسیلیوم است. اما باید به این نکته توجه ویژه‌ای داشت که علاوه بر وجود تفاوت بین عوامل محیطی محدود کننده غیر زیستی بین شرایط پسته‌کاری

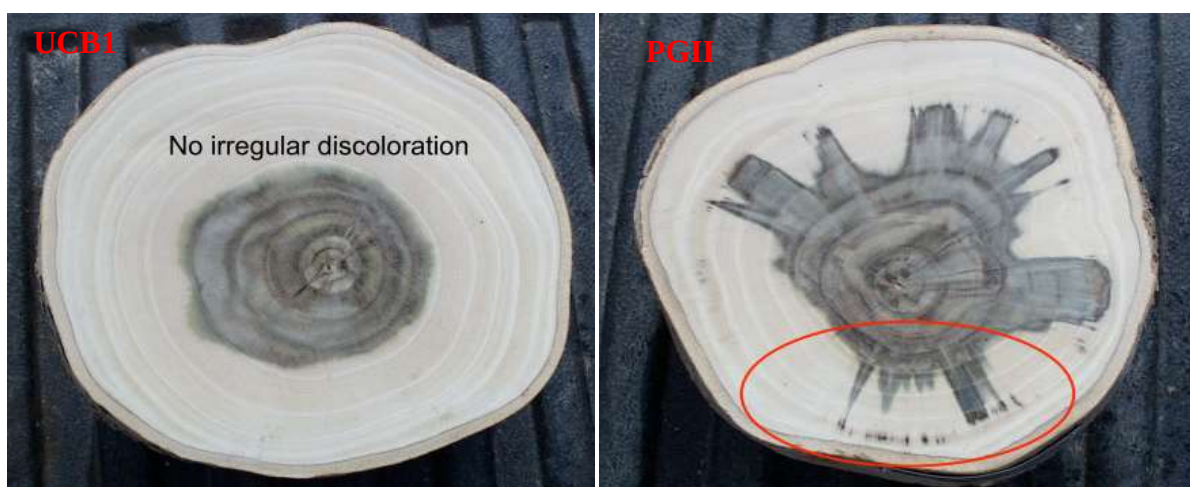
1- Moriana

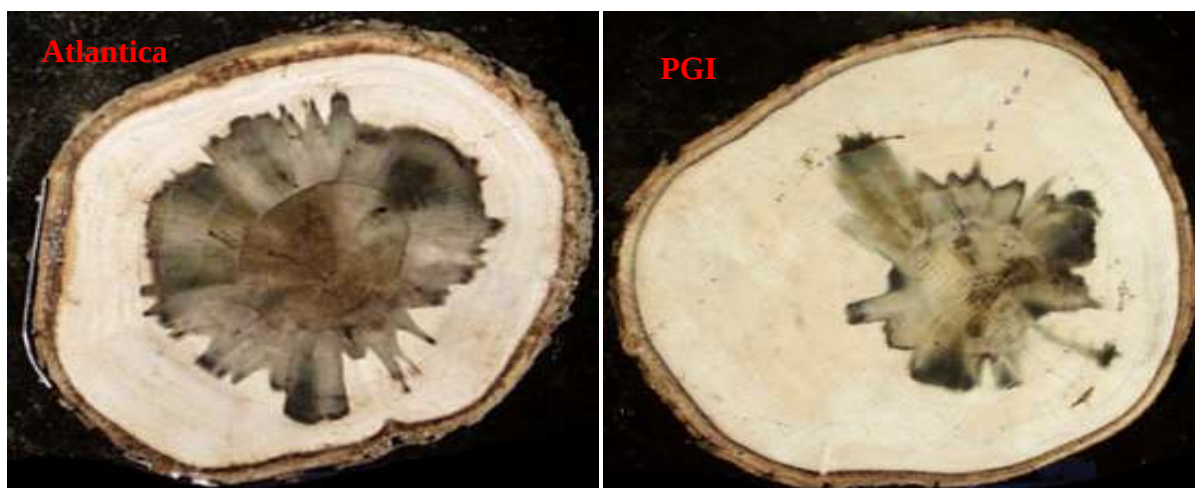
2- Gijón

3- Memmi

ایران و آمریکا، این دو کشور در عوامل محدود کننده زیستی نیز با یکدیگر تفاوت زیادی دارند. در آمریکا سه بیماری قارچی خاکزاد ورتیسلیوم، آرمیلاریا و گموز سبب ایجاد خسارت می‌گردند. در بین این عوامل بیماری‌زا، ورتیسلیوم از اهمیت بالایی برخوردار است و دو بیماری دیگر در باغ‌های کالیفرنیا شایع نبوده و گاهی اوقات سبب ایجاد خسارت می‌شوند. اما در ایران تقریباً عکس این قضیه وجود دارد. در مناطق پسته‌خیز کشور ما پژمردگی ورتیسلیوم گاهی اوقات ایجاد خسارت می‌کند و گموز به همراه نماتد مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده خسارت در ایران هستند. با این‌که در بسیاری از مناطق رفسنجان قبل از توسعه باغ‌های پسته کشت و کار پنبه رواج داشته است و باغات پسته در محل آن‌ها احداث شده‌اند اما با این وجود بیماری ورتیسلیوم در این مناطق شایع نبوده و دلیل اصلی آن را می‌توان به بهار و تابستان‌های گرم و خشک این مناطق نسبت داد که مانعی برای رشد و گسترش ورتیسلیوم است.

کم اهمیت بودن سایر بیماری‌های ذکر شده در آمریکا سبب شده است که آن‌ها همه توان خود را بر کنترل بیماری قارچی پژمردگی ورتیسلیوم گذاشتند و به همین علت مطالعه‌ای بر روی تحمل پایه UCB1 در برابر سایر بیماری‌های خاک‌زاد از محققین آن‌ها نمی‌توان یافت. همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر گردید علت گرایش آمریکا به سمت گونه اینتگریمما و هیبریدهای بین گونه‌ای حاصل از آن تحمل بالای این گونه به ورتیسلیوم است. دو پایه UCB1 و PGI دارای مقاومت بالایی به این بیماری خاکزاد هستند. این دو پایه دارای مکانیسم دفاعی متفاوتی به ورتیسلیوم می‌باشند. درحالی‌که PGI به طور شدیدی به پاتوژن آلوده می‌شود به خوبی آن را تحمل می‌کند اما درختان با پایه UCB1 به احتمال خیلی کمتری به پاتوژن آلوده می‌شوند اما وقتی که آلوده شدند به میزان کمی از قدرت زنده ماندن آنها کاهش می‌یابد (شکل ۴۳). در بحث تحمل به گموز این پایه، پژوهشی در آمریکا صورت نگرفته است و آن‌ها به استناد به اطلاعات بدست آمده از پژوهشی در ایران این پایه را متحمل به گموز می‌دانند.





شکل ۴۳. میزان مقاومت چهار پایه UCB1، PGI، PGII و آتلانتیکا به بیماری قارچی پژمردگی ورتیسیلیوم

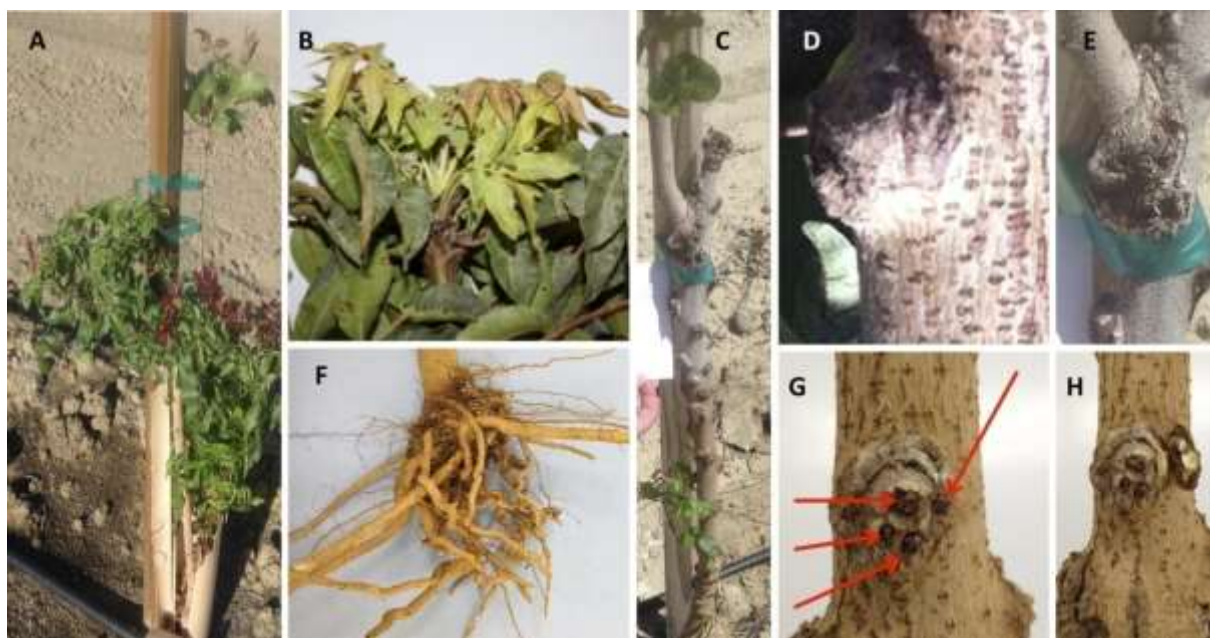
۳-۳-۲-۵-۲-۴-۲- تحمل UCB1 به سندروم بوشی تاپ

در سال ۲۰۱۱ تعداد زیادی از نهال‌های کشت بافتی UCB1 که به تازگی در ایالت کالیفرنیا و آریزونا کشت شده بودند، علائم غیر طبیعی شامل گال ساقه، کوتاه شدن میانگره، کاهش رشد، متورم شدن جوانه جانبی، رشد بوته‌ای شاخه و برگ‌ها، برگ‌های موج، پیچش ریشه، کاهش زنده‌مانی پیوندک و کاهش شاخه‌های جانبی را نشان دادند (شکل ۴۴). این رشد بوته‌ای شکل در گیاهی مانند پسته که دارای غالبیت انتهایی بسیار قوی است، غیر معمول بود. در باغ‌های که دچار این عارضه گردیده بودند بین ۱۰ تا ۹۰ درصد پایه‌ها آلوده شدند و حدود ۳۰ درصد از پیوندها روی این پایه‌های آلوده موفقیت‌آمیز بودند. همچنین بسیاری از درختان آلوده در محل پیوندک ترک خوردگی‌های بیش از حد نشان می‌دادند. تخمین‌های اولیه در سال ۲۰۱۵ نشان داد که حدود ۱ میلیون درخت در ۱۴ هزار هکتار باغات نابارور در آمریکا به این عارضه دچار هستند. در ابتدا برای توصیف این عارضه از واژه Pistachio Bushy Top Syndrome (PBTS) استفاده گردید و در اواخر سال ۲۰۱۴ مشخص گردید که عامل آن یک پاتوژن باکتریایی گرم مثبت به نام *Rhodococcus fascians* است. دو جدایه از این پاتوژن گیاهی از درختان آلوده در شرایط باغ و گلخانه جدا گردید که هر دو قابلیت ایجاد بیماری داشتند (استملر و همکاران^۱، ۲۰۱۵). این اولین گزارش از درختان پسته بود که به این باکتری حساسیت نشان داده‌اند. مرحله دوم شیوع این بیماری در سال ۲۰۱۶ اتفاق افتاد و سبب نابودی ۱/۵ میلیون نهال در گلخانه‌ها گردید (ساوری و همکاران^۲، ۲۰۱۷). این باکتری دارای دامنه میزبانی گسترده‌ای شامل ۸۷ جنس متعلق به ۴۰ خانواده گیاهان است و قدرت زنده‌مانی بالایی روی

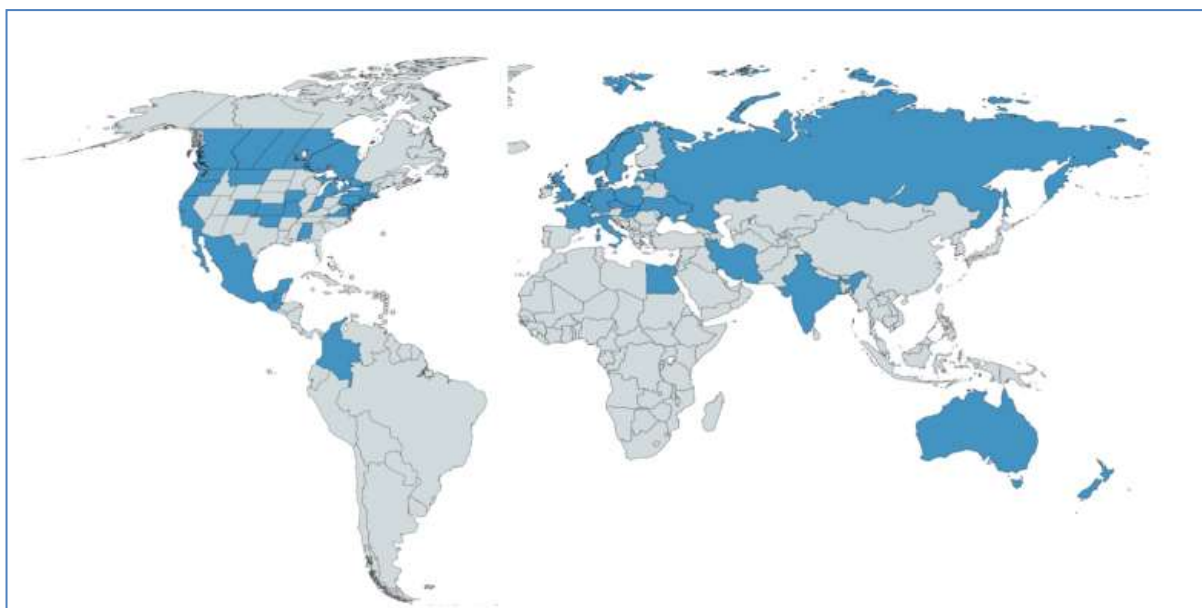
1- Stamler

2- Savory

بسیاری از سطوح به ویژه در خاک دارد. انتقال باکتری‌ها عمدتاً از طریق مواد گیاهی و خاک آلوده و همچنین باران و آب آبیاری صورت می‌پذیرد. نقش حشرات در انتقال این بیماری ناشناخته است اما در شرایط آزمایشگاهی شته‌ها سبب انتقال آن گردیدند (CABI، ۲۰۱۴؛ چیتامبار^۱، ۲۰۱۵). سازمان غذا و کشاورزی کالیفرنیا (CDFA) با توجه به اینکه آلودگی باکتریایی با کاهش عملکرد می‌تواند آسیب جدی به اقتصاد صنعت پسته کالیفرنیا وارد سازد آن را جز بیماری‌های درجه C دسته‌بندی نمود (چیتامبار، ۲۰۱۵). به نظر می‌آید که حساسیت UCB1 به سندروم بوشی تاپ به چالشی برای پسته آمریکا تبدیل شده است به طوری که کالسن در یک مصاحبه خبری از تماس‌های مکرر باغداران، جهت معرفی آزمایشگاهی برای تشخیص آلودگی در باغ‌های پسته خبر می‌دهد. همچنین بخش قابل توجهی از پروژه‌های تحقیقاتی بیماری‌شناسی پسته دانشگاه کالیفرنیا در سال ۲۰۱۷ روی مسائل مرتبط با این بیماری معطوف شده است. در حال حاضر هزینه آزمایش برای تعیین آلودگی و عدم آلودگی در هر تک درخت ۱۲۵ دلار است. شکل ۴۵ مناطق آلوده به باکتری *Rhodococcus fascians* را نشان می‌دهد (دکرز^۲، ۲۰۱۷). مطابق شکل متأسفانه کشور ایران نیز جزء مناطق آلوده به این باکتری می‌باشد. با توجه به دامنه میزبانی و قدرت زنده‌مانی بالای این باکتری از یک طرف و انتقال سریع آن با خاک، آب آبیاری و ابزار آلات باغبانی از جمله وسایل هرس باید در گسترش این پایه در کشور احتیاط بیشتری نمود.



شکل ۴۴. خسارت بیماری باکتریایی بوشی تاپ روی پایه UCB1



شکل ۴۵. مناطق آلوده به باکتری *Rhodococcus fascians* در سراسر دنیا، رنگ آبی نشان دهنده مناطق آلوده بر مبنای پایگاه اطلاعاتی Plantwise است (دکرز، ۲۰۱۷).

۳-۵-۲-۵- جذب عناصر غذایی در پایه UCB1

دو پایه متداول آمریکا یعنی PGI و UCB1 در جذب عناصر غذایی به ویژه مس و روی ضعیف می باشند و مستعد برای نشان دادن علائم این کمبودها هستند. از طرفی دیگر پایه UCB1 در جذب بُر، سدیم و کلر نیز ضعیف بود که این امر می تواند نقطه قوتی برای این پایه آمریکایی باشد و کمتر مسمومیت های این عناصر را نشان دهد. در باغ های قدیمی که بر روی پایه آتلانتیکا گسترش یافته اند وقتی با پایه های PGI و UCB1 جایگزین شدند، علائم کمبود روی شامل با تاخیر افتادن سبز شدن و ایجاد برگ های نایکخواخت موج را ظاهر گردید (فرگوسن و هاویلاند^۱، ۲۰۱۶). از آن جا که خاک بسیاری از نقاط پسته خیز کشور از نوع قلیایی است بنابراین یکی از معضلات اصلی در این خاک ها جذب عناصر میکرو به ویژه روی و مس است که کمبود آنها در بسیاری از باغات کشور مشاهده می گردد. بنابراین عدم توانایی این پایه در جذب موثر این عناصر میکرو می تواند یکی دیگر از علل ناسازگاری این پایه در بخش عمده ای از خاک های مناطق پسته کاری ایران باشد.

۳-۵-۲-۶- گسترش پایه UCB1 در ایران فرصت یا چالشی دیگر

جهت روشن شدن موضوع باید در ابتدای امر این سوالات را از خود بپرسیم که:

1-Ferguson and Haviland

- آیا این پایه ارزشمند آمریکایی برای شرایط ما مناسب است؟
 - این پایه کدام یک از مشکلات صنعت پسته ما را مرتفع می‌سازد؟
 - آیا اگر محققین آمریکایی در شرایط آب و خاک ما قرار داشتند باز هم به سمت این پایه می‌رفتند؟
 - این پایه با کدام یک از ارقام ما سازگاری بهتری دارد؟
 - کدام ویژگی مثبت و منفی این پایه قابلیت انتقال به پیوندک ارقام ایرانی را دارد؟
 - آیا تحمل به سرمای پایین این پایه در شرایط ایران می‌تواند بر مشکلات ناشی از سرمای بهاره که به معظلی جدی برای صنعت پسته کشور تبدیل شده، را بیافزاید.
 - آیا می‌توان موفقیت صنعت پسته بزرگترین کشور تولید کننده پسته دنیا را که غنی‌ترین منبع ژنتیکی این محصول ارزشمند را نیز در اختیار دارد در گرو توسعه این پایه دانست؟
- قطعاً پاسخ به تک تک این سوالات آسان نیست و کمتر کسی را می‌توان یافت که بتواند با قاطعیت به آن‌ها جواب قانع کننده دهد. دلیل روشن است زیرا این پایه بدون ارزیابی‌های اولیه وارد کشور ما شده است و این در حالی است که هیچ کدام از والدین آن بومی مناطق پسته خیز کشور ایران نیستند. جالب‌تر اینکه اهدافی که اصلاحگران آمریکایی در پی آن بودند به هیچ عنوان از اهداف اصلی برنامه‌های اصلاحی پسته کشور نمی‌باشد.

۳-۳-۶- پایه‌های جدید آمریکا

تا به امروز که این کتابچه نگارش می‌شود به جز پایه‌های متداول آمریکا، پایه‌های زیاد دیگر در اداره ثبت اختراعات آمریکا ثبت شده و پتنت^۱ گرفته‌اند که در ذیل به آن‌ها می‌پردازیم. از آن‌جا که مهم‌ترین اهداف اصلاحی پایه در آمریکا تحمل به بیماری ورتیسیلیوم و سرما می‌باشد، تمامی پایه‌های که اخیراً آزاد گردیده است از تلاقی آتلانتیکا و اینتگریمما حاصل شده‌اند.

پایه P.N. 15-4 از تلاقی بین اینتگریمما به عنوان والد دهنده دانه گرده و آتلانتیکا به عنوان پذیرنده در سال ۲۰۰۳ توسط تیم تحقیقات اندرسون^۲ در شهر کرن ایالت کالیفرنیا آزاد گردید. اگرچه والدین آن با UCB1 یکی بود. اما درخت مادری و پدری انتخاب شده متفاوت بود و هیچ گاه همانند UCB1 گسترش نیافت و مورد استقبال قرار نگرفت. رشد عمودی و سریع به همراه برگ‌های چرمی به رنگ سبز تیره از ویژگی‌های این پایه است (شکل ۴۶).

1-Patent
2- Anderson



شکل ۴۶. نهال یک ساله پایه P.N. 15-4 که حاصل از تلاقی آتلانتیکا و اینتگریمما است.

پایه P.N. 1-15 یکی دیگر از پایه‌های هیبریدی حاصل از تلاقی آتلانتیکا و اینتگریمما است که در سال ۲۰۰۴ توسط اندرسون و پوریر^۱ آزاد گردید. این پایه دارای عادت رشدی عمودی دارد و شاخ و برگ آن سبز مایل به قرمز است. جوانه‌های رویشی کوچک و قرمز رنگ داشت و از رشد بالایی برخوردار بود (شکل ۴۷). این پایه نتوانست با پایه‌های متداول آمریکا رقابت کند و مورد استقبال باغداران قرار نگرفت.



شکل ۴۷. نهال یک ساله پایه P.N. 1-15 که حاصل از تلاقی آتلانتیکا و اینتگریمما است.

پایه P.N. 20-18 پایه دیگری بود که توسط تیم تحقیقاتی اندرسون در سال ۲۰۰۵ معرفی گردید. این پایه در واقع یک ژنوتیپ خاص از گونه اینتگریمما است که از یک جمعیت آزاد گرده افشان شناسایی شده است. این پایه دارای عادت رشدی عمودی بود و شاخ و برگ آن رنگ سبز مایل به قرمز دارند و از رشد بالایی برخوردار بود. برگ‌های صاف و چرمی، این پایه را از پایه متداول اینتگریمما متمایز کرده است (شکل ۴۸).

1- Anderson and Puryear

زمانی که رقم کرمان روی این پایه پیوند زده شد از عملکرد بالاتری نسبت به پایه متداول اینتگریمما برخوردار بود.



شکل ۴۸. نهال سه ساله پایه P.N. 20-18 که یک ژنوتیپ شناسایی شده از گونه اینتگریمما است.

شرکت تجاری پارامونت (واندرفول)^۱ نیز در سال‌های اخیر اقدام به اصلاح و معرفی ۵ پایه پسته در شهر بیکرزفیلد ایالت کالیفرنیا نموده است. آنها در سال ۲۰۱۵ دو پایه پارامونت ۱ و ۲ و در سال ۲۰۱۶ سه پایه ۳، ۴ و ۵ را آزاد نمودند که بعداً به واندرفول تغییر نام یافتند. هر ۵ پایه حاصل تلاقی گونه آتلانتیکا به عنوان والد ماده و اینتگریمما به عنوان والد نر و به دنبال آن انتخاب از داخل هیبریدهای بدست آمده توسط تیم تحقیقاتی مک‌لویین^۲ می‌باشند. مشخصه بارز این پایه‌های اندازه بزرگ برگ و رنگ سبز تیره آن به همراه عادت رشد سریع و عمودی است. مطالعات انجام شده توسط این کمپانی در طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳ نشان داد که ارقام پسته روی این پایه‌ها، دارای عملکرد بالاتری نسبت به UCB1 و PG می‌باشند. آن‌ها ادعا کردند که پایه پارامونت ۳، ۴ و ۵ به ترتیب می‌تواند باعث بهبود ۷۰، ۶۵ و ۸۰ درصدی عملکرد نسبت به UCB1 می‌گردند.

P.N.B.1 پایه دیگری بود که در سال ۲۰۱۶ از تلاقی بین آتلانتیکا و اینتگریمما بدست آمد. از آن‌جا که این پایه در شرایط گرده افشانی کنترل نشده تولید و انتخاب گردید، والد گرده دهنده آن ناشناخته است. ارقام پسته وقتی روی این پایه پیوند زده شدند دارای عملکرد بالاتری نسبت به UCB1 بودند. ریزازدیادی P.N.B.1 از سایر پایه‌ها ساده‌تر بود و این پایه دارای تحمل به سرمای بالاتری نسبت به پایه‌های هیبریدی نظیر UCB1 است. این پایه شباهت زیادی به پایه P.N. 15-4 دارد اما از عملکرد و تحمل به سرمای بالاتری نسبت به آن برخوردار بود و شاخه‌های فرعی بیشتری نیز تولید می‌کند.

1- Paramount (Wonderful)
2-MacIlvaine

موسسه تولیدات گیاهی دانشگاه دیویس کالیفرنیا طی یک برنامه اصلاحی با تلاقی والدین UCB1 و انتخاب از داخل جمعیت تفرق یافته موفق به معرفی ۴ پایه جدید به نام‌های UCB1-D90، UCB1-D71، UCB1-D110 و UCB1-D154 در مارس ۲۰۱۷ گردیدند. هدف اصلی از این برنامه اصلاحی، بهبود تحمل به شوری پایه UCB1 بوده است. این چهار پایه دارای رشد رویشی و میزان تحمل به شوری آب و خاک بیشتری نسبت به UCB1 بوده و زودتر از آن در بهار بیدار می‌گردند. این پایه‌های جدید در شرایط گلخانه تا شوری ۱۰ گرم بر لیتر را تحمل نمودند. همچنین UCB1-D90 دارای سازگاری پایه-پیوندکی بالاتری نسبت به پایه UCB1 بود.

۴- نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نکته‌ای که می‌توان از بررسی روند تکامل و پیشرفت صنعت پسته آمریکا نسبت به سایر کشورهای تولید کننده پسته در دنیا آموخت، این است که آنها بدون تقلید کورکورانه و با بهره‌گیری از دانش و مواد گیاهی سایر کشورها، پس از انجام آزمایشات زمانی و مکانی طولانی مدت و اطمینان از نتایج بدست آمده اقدام به آزاد سازی، توصیه و گسترش ارقام و پایه‌های خود نموده‌اند. دلیل این امر کاملاً واضح است زیرا آنها یک بار نتیجه تقلید نابجا و گسترش پایه‌های آتلانتیکا و تربینتوس را که موجب خسارت گسترده بیماری ورتیسیلوم گردید را مشاهده کردند و آزموده را آزمودن خطا است. همان‌طور که بارها در این مکتوب آورده شد، تمامی برنامه‌های اصلاحی پایه و پیوندک در آمریکا بر مبنای شرایط اقلیمی، آب و خاک، ماشین-آلات، آفات و بیماری‌ها و تنش‌های غیرزیستی اختصاصی مناطق پسته کاری آن کشور تبیین شده است و آزاد سازی و معرفی مواد گیاهی نیز در همین راستا است که با شرایط مناطق پسته خیز کشورمان ایران در بسیاری از موارد قرابتی ندارد. اگرچه استفاده از دانش سایر کشورها و ورود مواد گیاهی جدید جزئی جدا نشدنی از هر برنامه اصلاحی است که ضامن پیشرفت در بسیاری از عرصه‌ها می‌باشد اما ارزیابی این مواد گیاهی و بررسی سازگاری و پایداری آنها امری ضروری است تا مسبب خسارت جبران ناپذیری به بنیه اقتصادی باغداران و هدر رفت منابع ارزشمند آب و خاک کشور که امروزه کمیاب‌تر از قبل گردیده است، نگردیم. به امید روزی که با بهره‌وری از غنی‌ترین ذخیره ژرم‌پلاست پسته دنیا که به همت نیاکان ما غنی‌تر نیز گردیده است و امروز به عنوان امانتی ارزشمند در دست ماست بتوانیم بر چالش‌های کنونی این کشور پیشرو در صنعت پسته جهان غلبه کرده و همانند گذشته آوازه این طلای سبز ایران را در سراسر گیتی بگسترانیم، ان شاء الله.

۵- منابع

اسماعیلی‌خبر، ع. ۱۳۹۵. بررسی نقش قارچ میکوریز آریسکولار در مقاومت پایه پسته UCB1 به تنش شوری. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان.

صادقی، ا. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر تنش شوری و هورمون براسینواستروئید بر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دانه‌های پایه (UCB1) در شرایط گلخانه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان.

کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع و نباتی، ج. ۱۳۹۳. فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۵۰۴ صفحه.

محمدی، ا. ح. و حق‌دل، م. ۱۳۸۵. بیماری‌های درختان میوه خشکبار در مناطق معتدله (ترجمه). موسسه تحقیقات پسته کشور. ۳۶۸ صفحه.

- Almehdi, A.A., Parfitt D.E. and Chan H. 2002. Clonal propagation of pistachio rootstock by rooted stem cuttings. Sci. Hortic. 96: 359-363.
- Atli, H.S., Arpaci, S. and Ayanoglu, H. 2001. Comparison of seedling characteristics of some Pistacia species. In: Ak B.E. (ed.). XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds. Zaragoza: CIHEAM. Pp, 215- 218. (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 56).
- Badenes, M.L. and Byrne, D.H. 2012. Fruit Breeding. Springer New York Dordrecht Heidelberg London. Pp, 875.
- CABI. 2014. *Rhodococcus fascians* datasheet. <http://www.cabi.org/cpc/datasheet/15332>
- California agricultural exports. 2015-2016. 2016.
- California Agricultural Statistics Review. 2015-2016. 2016.
- Chitambar, J. 2015. *Rhodococcus fascians*. CDFA's Division of Plant Health's Pest Ratings and Proposals.
- Deckers, M. 2017. Assessing biodiversity to get insight into the origin and dissemination of leafy gall *Rhodococcus* strains. University Gent. Pp, 50.
- Duke, J.A. 1989. CRC Handbook of Nuts. CRC Press. Pp, 240-243.
- Epstein, L., Beede, R., Kaur, S. and Ferguson, L. 2004. Rootstock effects on pistachio trees grown in *Verticillium dahliae*-infested soil. Phytopathology. 94:388-395.
- Ferguson, L. and Haviland, D.R. 2016. Pistachio Production Manual. University of California Agriculture and Natural Resource Publication. Pp, 334.
- Ferguson, L. 2008. Pistachio (*Pistacia vera*). Pp, 20-25 in: The Encyclopedia of Fruit and Nuts. J. Janick and R. E. Paull, eds. CABI, Cambridge, MA.
- Ferguson, L., Beede, R.H., Reyes, H. and Metheney, P. 2002. California pistachio rootstocks evaluations. Acta Horticulturae. 591: 63-66.

- Gijón, M.C., Gimenez, C., Perez-López, D., Guerrero, J., Couceiro, J.F. and Moriana, A. 2010. Rootstock influences the response of pistachio (*Pistacia vera* L. cv. Kerman) to water stress and rehydration. *Scientia Horticulturae*. 125(4): 666-671.
- Guerrero, J., Moriana, A. and Couceiro, J.F. 2003. El Pistachero en Castilla-La Mancha. Primeros Resultados (1). *Fruticultura Profesional*. 135: 23–38.
- Kallsen, C.E. 2017. Fall Juvenile Pistachio Freeze Damage. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Annual Report. Pp, 41.
- Kallsen, C.E. and Parfitt, D.E. 2008. Pistachio Cultivars. 5th pistachio short course.
- Kallsen, C.E. and Parfitt, D.E. 2017. ‘Famoso’, a New Male Pistachio Cultivar to Replace ‘Peters’. *HortScience*. 52(12):1829–1831.
- Kallsen, C.E. and Parfitt, D.E. 2017. ‘Gumdrop’, a New Early Harvest Pistachio Cultivar. *HortScience*. 52(2):310–312.
- Kallsen, C.E. and Parfitt, D.E. 2017. Male pistachio variety named 'TEJON'. United States plant patent application publication. Pub. No. US 2017/0099754 P1. 1-11.
- Kallsen, C.E., Parfitt, D. E., Maranto, J. and Holtz, B. A. 2016. Pistachio Cultivars in California. Annual Report. Pp, 77.
- Kallsen, C.E., Parfitt, D.E., Maranto, J. and Holtz, B.A. 2009. New pistachio varieties show promise for California cultivation. *California Agriculture*. 63(1): 18-23.
- Karimi, H.R., Maleki-Kuhbanani A. and Roosta, H.R. 2014. Evaluation of Inter-Specific Hybrid of *P.atlantica* and *P. vera* L.cv. ‘Badami-Riz-e-Zarand’ as Pistachio rootstock to Salinity Stress According to Some Growth Indices and Eco-physiological and Biochemical Parameters. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 10(3): 5-17.
- Kole, C. 2011. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. Pp, 247.
- Memmi, H., Couceiro, J.F., Gijón, C. and Pérez-López, D. 2016. Impacts of water stress, environment and rootstock on the diurnal behaviour of stem water potential and leaf conductance in pistachio (*Pistacia vera* L.). *Spanish Journal of Agricultural Research*. 14(2): 1-14.
- Michailides, T.J. 1991. Susceptibility of pistachio male cultivars to botrytis blossom and shoot blight caused by *Botrytis cinerea*. *Plant Deases*. 45(4): 410-415.
- Morgan, D.P., Epstein, L. and Ferguson, L. 1992. Verticillium wilt resistance in pistachio rootstock cultivars: Assays and an assessment of two interspecific hybrids. *Plant Disease Journal*. 76:310-313.
- Moriana, A., Memmib, H., Centeno, A., Martín-Palomo, M.J., Corell, M., Torrecillas, A. and Pérez-López, D. 2018. Influence of rootstock on pistachio (*Pistacia vera* L. cv Kerman) water relations. *Agricultural Water Management*. In Press.

- Motalebipour, E., Kafkas, S., Khodaeiaminjan, M., Çoban, N. and Gözel, H. 2016. Genome survey of pistachio (*Pistacia vera* L.) by next generation sequencing: Development of novel SSR markers and genetic diversity in *Pistacia* species. BMC Genomics. 17: 1-14.
- North Africa and Mediterranean Europe. Report of the IPGRI Workshop, 14-17 December 1998, Irbid, Jordan.
- Padulosi, S. and Hadj-Hassan, A. 2001. Project on Underutilized Mediterranean Species. *Pistacia*: towards a comprehensive documentation of distribution and use of its genetic diversity in Central & West Asia. Pp, 105.
- Parfitt, D.E. 2003. 'Bonsai' Ornamental Pistachio. HortScience. 38(6): 1260-1261.
- Parfitt, D.E., Kallsen, C.E., Holtz, B. and Maranto, J. 2007. 'Golden Hills' Pistachio. Hort Science. 42(3):694–696.
- Parfitt, D.E., Kallsen, C.E., Holtz, B. and Maranto, J. 2008. 'Lost Hills' A New Pistachio Cultivar for California. HortScience. 43(1): 247-249.
- Parfitt, D.E., Kallsen, C.E., Holtz, B. and Maranto, J. 2010. 'Randy' Male Pistachio. HortScience. 45(7): 1113–1115.
- Rosengarten, Jr. F. 2004. The Book of Edible Nuts. Dover Publications, INC. Mineola, New York. Pp, 363.
- Savory, E.A., Fuller, S.L., Weisberg, A.J., Thomas, W.J., Gordon, M.I., Stevens, D.M., Creason, A.L., Belcher, M.S., Serdani, M., Wiseman, M.S., Grünwald, N.J., Putnam, M.L. and Chang, J. H. 2017. Evolutionary transitions between beneficial and phytopathogenic *Rhodococcus* challenge disease management. E Life. 12: 1-28.
- Solari, L., Johnson, S. and Dejong, T.M. 2006. Hydraulic conductance characteristics of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks are related to biomass production and distribution. Tree Physiology. 26: 1343–1350.
- Solari, L.I. and DeJong, T.M. 2006. The effect of root pressurization on water relations, shoot growth, and leaf gas exchange of peach (*Prunus persica*) trees on rootstocks with differing growth potential and hydraulic conductance. Journal of Experimental Botany. 57(9): 1981–1989.
- Stamler, R.A., Kilcrease, J., Kallsen, C., Fichtner, E.J., Cooke, P., Heerema, R.J., Randall, J.J. 2015. First Report of *Rhodococcus* Isolates Causing Pistachio Bushy Top Syndrome on 'UCB-1' Rootstock in California and Arizona. Plant Disease. 99:1468–1476.
- United Nations Food and Agricultural Organization (FAO). 2017. Statistics Division (FAOSTAT). Retrieved 9 March.
- United State Department of Agriculture (USDA). 2017. <https://quickstats.nass.usda.gov>.
- Whitehouse, W.E. 1957. The Pistachio Nut-A New Crop for the Western United States. Economic Botany. 11(4): 281-321.
- Zohary, M. 1952. A monographical study of the genus *Pistacia*. Palestine Journal of Botany. 5: 187–228.