

کاج بادامی، گونه درختی با ارزش برای توسعه و غنی‌سازی اراضی جنگل کاری در شرایط اقلیمی جنگل‌های هیرکانی

اکرم احمدی^{۱*}، سپیده زوار^۲، سعید شعبانی^۳، آیدینگ کرنژادی^۳

^{۱*} استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران ahmadi.1870@gmail.com

^۲ محقق، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۳ استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

چکیده

کاج بادامی که به‌عنوان کاج سنگی (*Pinus pinea* L.) نیز شناخته می‌شود، گونه‌ای است که در بسیاری از نقاط کشور در مناطق جنگل‌کاری شده به‌طور گسترده کشت شده و از نظر اقتصادی در منطقه مدیترانه‌ای دنیا جزو گونه‌های مهم درختی است. دانه‌های آن منبع غنی از روغن است که به‌دلیل کاربردهای تغذیه‌ای و صنعتی از ارزش بالایی برخوردار است. این مطالعه به‌صورت مروری با هدف بررسی نیازهای گونه، ملزومات کاشت و خواص دارویی گونه کاج بادامی انجام شد. طبق نتایج پیشینه پژوهش، عملکرد این گونه از جمله ترکیب و ویژگی‌های روغن دانه آن تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند آب و هوا، کیفیت خاک و شیوه‌های مدیریتی ممکن است قرار گیرد. روش‌های کشت پایدار می‌تواند بر افزایش تولید و بهبود کیفیت روغن بذر موثر باشد که به نفع جوامع محلی است و از طرفی موجب پایداری محصول در فرآیند تولید نیز خواهد شد. با توجه به اهمیت اقتصادی و زیست‌محیطی، پوشش جهانی، سازگاری با آب و هوای مدیترانه‌ای و رشد در شرایط مختلف خاک، کاج بادامی به‌عنوان گزینه‌ای محبوب می‌تواند برای برنامه‌های احیای جنگل و حفاظت از محیط زیست تبدیل شود.

واژگان کلیدی: احیای جنگل، دانه روغنی، کاج بادامی، کشت پایدار.

بیان مسأله

کاج بادامی، با نام گیاه‌شناسی *Pinus pinea* L. است که با نام‌های دیگری همچون کاج سنگی ایتالیایی، کاج سنگی مدیترانه‌ای و کاج چتری نیز شناخته می‌شود، درختی از خانواده کاج (Pinaceae) است. این درخت بومی منطقه مدیترانه بوده و در جنوب اروپا و سوریه یافت می‌شود. این گونه هزاران سال پیش به آفریقای شمالی وارد شد و در جزایر قناری، آفریقای جنوبی و نیو ساوت ولز^۱ (یکی از ایالت‌های استرالیا) به‌طور طبیعی وارد شد. دانه‌های کاج بادامی از زمان‌های ماقبل تاریخ برای خوراکی مورد استفاده و کشت قرار می‌گرفته‌اند. آنها علاوه بر مصارف باغبانی، به‌عنوان درختان زینتی در باغ‌ها و پارک‌ها در سراسر جهان کاشته می‌شوند. از دیگر مصارف این گونه درختی می‌توان به تثبیت تپه‌های شنی و به‌عنوان گونه زینتی در مناطق گرم‌تر اروپا اشاره کرد. کاج سنگی یک درخت همیشه سبز مخروطی با تاجی گرد و چتری شکل است که ارتفاع آن می‌تواند به بیش از ۲۵ متر برسد. در زمان بلوغ، تاجی پهن و مسطح به عرض بیش از هشت متر دارد. پوست درخت خاکستری مایل به قرمز و دارای ترک‌های عمیق است. شاخه‌چه‌های درخت که در انتهای تنه درخت وجود دارند، قهوه‌ای کمرنگ و برگ‌های آن سوزنی شکل، کشیده، خشن، نوک‌تیز و به رنگ سبز روشن می‌باشند. گل‌های آن به‌صورت نر و ماده و از یکدیگر جدا هستند. گل‌های نر به‌صورت شاتون‌های دراز و آویزان و گل‌های ماده آن به شکل شاتون‌های خیلی کوچک از یکدیگر تمایز دارند. میوه درخت که به آن مخروط کاج می‌گویند، تقریباً کروی به‌طول حدود ۱۵ سانتی‌متر و تشکیل شده از فلس‌های چوبی تخت و نوک‌کند می‌باشد. در بالای هر فلس دو دانه قهوه‌ای رنگ وجود دارد که دانه‌ها مانند بادام، مأکول (قابل خوردن) است و به همین دلیل به آن کاج بادامی می‌گویند. دانه‌های بادامی شکل در سطح بالای هر فلس مخروط کاج قرار دارد (ثابتی، ۱۳۸۱). نمایی از کاشت درخت کاج بادامی در ترکیب با گونه‌های دیگر و مخروط و دانه کاج بادامی در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱- نمای درخت کاج بادامی در ترکیب با دیگر گونه‌ها در شهرستان گرگان، مخروط و دانه کاج بادامی

^۱ New South Wales

پراکنش جغرافیایی

حدود ۳۰۰ گونه کاج در نیمکره شمالی (نواحی قطبی تا حد استوا) می‌روید. برخی گونه‌ها از جنس کاج که در ایران کاشته شده‌اند، عبارتند از: کاج بادامی^۱، کاج دریایی^۲، کاج نوئل^۳، کاج سیاه^۴، کاج جنگلی^۵، نراد^۶، کاج کاشفی^۷، کاج تهران^۸ و کاج بروسیا^۹. کاج بادامی در اغلب نواحی معتدله کشورها کاشته شده و در مناطق مدیترانه‌ای نیز به‌صورت خودرو انتشار دارد. مبدأ اصلی این گونه شمال مدیترانه به‌ویژه ایتالیا، پرتغال، فرانسه و برخی نقاط در اسپانیا می‌باشد. این گونه در بیشتر استان‌های ایران خصوصاً در استان‌های شمالی کاشته می‌شود. متأسفانه نقشه کاملی از پراکنش این گونه به‌طور دقیق در دنیا وجود ندارد. نقشه با منبع موثق در خصوص پراکنش این گونه می‌توان به نقشه ارائه شده توسط کادولو و همکاران در سال ۲۰۱۷ اشاره نمود که در ذیل آمده است (شکل ۲). لازم به ذکر است که در ایران نیز در خصوص پراکنش این گونه، چون در ترکیب با دیگر گونه‌ها در جنگل‌کاری‌ها مورد کشت قرار گرفته است، لذا نقشه پراکنش کاج بادامی در جنگل‌کاری‌های کشور وجود ندارد.



شکل ۲- نقشه پراکنش کاج بادامی (Caudullo et al., 2017)

ترکیبات روغنی دانه کاج بادامی

محتوای روغن دانه کاج بادامی بسته به مکان و عوامل محیطی متفاوت است. تحقیقات، میزان روغن را از ۳۴ تا ۵۰/۳ درصد گزارش کرده‌اند. روغن بذور کاج بادامی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع است که اسید اولئیک و اسید لینولئیک اجزای اصلی آن هستند. پینولینیک اسید، یک اسید چرب کمیاب، نیز در روغن موجود است و حدود ۹/۸ درصد از کل محتوای اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهد (Zhiani et al., 2014).

¹ *Pinus pinea*

² *Pinus pinaster*

³ *Picea orientalis*

⁴ *Pinus nigra*

⁵ *Pinus sylvestris*

⁶ *Abies alba*

⁷ *Pinus roxburghii*

⁸ *Pinus eldarica*

⁹ *Picea abies*

خواص دارویی روغن دانه کاج بادامی

کاج بادامی، دانه‌های خوراکی تولید می‌کند که سرشار از روغن هستند. طبق نظر پزشکان طب سنتی دانه‌های آن طبعی گرم و خشک دارد. از ترکیبات شیمیایی و مواد موجود در مغز بادام کاج بادامی می‌توان به موادی همچون آب، انرژی، پروتئین، مواد چرب، هیدرات‌های کربن، کلسیم، فسفر، آهن، تیامین، رایبوفلاوین، نیاسین و ویتامین A اشاره نمود. بخش مورد استفاده این گونه، مخروط آن است. در ضمن بادام کاج و برگ‌های ریز سوزنی شکل کاج نیز خواص دارویی دارند. از خواص درمانی مخروط کاج می‌توان به این موارد اشاره نمود که از بین برنده بیماری‌های زنان از قبیل کیست، قارچ، عفونت، ترشح، سوزش، خارش و بوی بد رحم می‌باشد. در ضمن برای بیماری‌های جلدی، جراحات‌های قانقاریایی، آگزما، شوره سر و عفونت‌های بدن نیز مفید است (صانعی، ۱۳۹۵).

روغن دانه کاج بادامی دارای اثرات دارویی است و با داشتن ترکیباتی همچون اسیدهای چرب و فواید بالقوه، برای سلامتی مفید است و به دلیل وجود اسید پینولینیک (PNLA)، دارای اثرات ضد التهابی است. PNLA تولید سیتوکین‌های پیش التهابی را مهار کرده و التهاب را کاهش می‌دهد و از متاستاز سلول‌های سرطان سینه جلوگیری می‌کند.

همچنین، روغن دانه کاج بادامی و PNLA اثرات مطلوبی بر کنترل اشتها دارند که احتمالاً با افزایش غلظت هورمون‌های کلیدی کاهش اشتها در خون، این عمل را انجام می‌دهد که در نتیجه، کاهش تجمع چربی و وزن را به دنبال دارد و مناسب برای درمان بیماری‌های قلبی عروقی است. این روغن می‌تواند سطح کلسترول خون را کاهش و افزایش فشار خون را در موش‌ها کاهش دهد، عملکرد اندوتلیال را بهبود بخشد و ویسکوزیته پلاسما و فشار خون سیستولیک را کاهش دهد. از طرف دیگر، روغن دانه کاج بادامی اثرات ضد دیابتی دارد و می‌تواند سطح گلوکز خون را کاهش دهد و حساسیت به انسولین را در مدل‌های حیوانی بهبود بخشد.

به‌طور کلی، می‌توان اذعان داشت که روغن دانه کاج بادامی منبعی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع، به‌ویژه اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید پینولینیک است. این روغن مزایای بالقوه در سلامتی انسان از جمله اثرات ضد التهابی، کنترل اشتها و سلامت قلب و عروق را نشان داده است (Takala et al., 2023).

کاشت کاج بادامی

ویژگی‌های خاک و آماده‌سازی عرصه

یکی از روش‌های موثر در تیمار بذور کاج بادامی، غوطه‌وری در آب است که جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد (قندهاری و همکاران، ۱۳۹۱). کاج بادامی خاک‌هایی را ترجیح می‌دهد که نسبتاً حاصلخیز و دارای مواد آلی مناسب هستند. این درخت در خاک‌های شنی یا لومی که سرشار از مواد مغذی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم هستند، بهترین رشد را دارد. زهکشی کافی برای سلامت کاج بادامی بسیار مهم است. این درخت نمی‌تواند خاک‌های غرقابی یا زهکشی ضعیف را تحمل کند، زیرا ممکن است به پوسیدگی ریشه و بیماری‌های قارچی مبتلا شود. برای این گونه، خاک‌های شنی یا شنی با زهکشی خوب ایده‌آل هستند، زیرا اجازه می‌دهند آب اضافی به سرعت تخلیه شود و در عین حال مقداری رطوبت را برای ریشه درخت حفظ کنند.

کاج بادامی در شرایط خاک کمی اسیدی تا خنثی در محدوده pH ترجیحی ۵/۵ تا ۷ رشد می‌کند. اگر خاک خیلی قلیایی باشد، درخت ممکن است نشانه‌هایی از کمبود مواد مغذی یا توقف رشد را نشان دهد که در چنین مواردی در صورت لزوم افزودن مواد آلی یا گوگرد به خاک می‌تواند به کاهش pH کمک کند (Gonçalves et al., 2023).

دمای مورد نیاز

کاج بادامی با آب و هوای مدیترانه‌ای با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های معتدل و مرطوب سازگار است. این درخت می‌تواند طیف وسیعی از دماها را تحمل کند، اما به یخبندان حساس است و ممکن است در مناطقی با دمای یخبندان مکرر یا طولانی مدت، آسیب ببیند یا تلف شود. محدوده دمایی ایده‌آل برای کاج بادامی بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. در محدوده بومی خود، درخت میانگین دمای تابستان حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط دمای زمستان ۱۰ درجه سانتی‌گراد را تجربه می‌کند (Gonçalves et al., 2023).

زمان کاشت

زمان کشت کاج بادامی یکی از ملاحظات مهم برای جنگل‌کاری، شیوه‌های جنگل‌داری و کشاورزی است. این گونه معمولاً به‌دلیل چوب، آجیل و ارزش زینتی آن کشت می‌شود. دوره جوانه‌زنی بذر کاج بادامی معمولاً بین ۱ تا ۳ ماه است و جوانه‌زنی مطلوب در دمای بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد. پس از جوانه‌زنی، نهال‌ها به حدود ۱ تا ۲ سال زمان نیاز دارند تا به عرصه انتقال یابند. این دوره برای توسعه یک سیستم ریشه‌ای قوی و ایجاد یک تاج پوشش سالم بسیار مهم است. نهال کاج بادامی معمولاً در بهار یا پاییز، زمانی که هوا خنک‌تر است و بارندگی بیشتر است، کاشته می‌شود. کاشت در بهار امکان شروع فصل رشد را فراهم می‌کند، در حالی که کاشت در پاییز باعث می‌شود فصل رشد طولانی‌تری در سال بعد داشته باشد. به‌طور کلی، مراحل رشد کاج بادامی را می‌توان به سه مرحله طبقه‌بندی کرد:

- مرحله نونهال (۵-۱ سال): در این مرحله، نونهال‌ها روی توسعه سیستم ریشه و تاج خود تمرکز می‌کنند.
 - مرحله نهال (۲۰-۵ سال): نهال‌ها به رشد و توسعه تاج خود با تمرکز بر افزایش ارتفاع و قطر ادامه می‌دهند.
 - مرحله بالغ (بیش از ۲۰ سال): درختان بالغ شروع به تولید مخروط‌ها و بذور می‌کنند و سرعت رشد آنها کاهش می‌یابد.
- (Loewe Muñoz et al., 2020).

شیوه کاشت و آب مورد نیاز

کاج بادامی، نیازهای آبیاری خاصی دارد که برای رشد و نمو آن بسیار مهم است. این گونه با آب و هوای مدیترانه‌ای با بارندگی کم سازگار است و رطوبت ثابت برای رشد مطلوب آن ضروری می‌باشد. در این مناطق، کاج بادامی به آبیاری منظم به‌ویژه در چند سال اول پس از کاشت نیاز دارد. این گونه به خشکی مقاوم است اما با رطوبت ثابت عملکرد بهتری خواهد داشت. نیازهای آبیاری بسته به عواملی مانند آب و هوا، نوع خاک و سن درخت متفاوت است. برای آبیاری این گونه می‌توان از روش‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی استفاده نمود. آبیاری باید در طول فصل رشد، به‌طور معمول از بهار تا پاییز انجام شود. برای جلوگیری از پوسیدگی ریشه و سایر بیماری‌ها بایستی در فصل خواب آبیاری نشود. همچنین، لازم به ذکر است که دفعات آبیاری به اقلیم و نوع خاک بستگی دارد. به‌طور کلی، کاج بادامی در طول فصل رشد هر ۷ تا ۱۴ روز یکبار نیاز به آبیاری دارد و در دوره‌های گرم و خشک آبیاری بیشتری نیاز دارد (Loewe Muñoz et al., 2020).

برداشت عملکرد

عملکرد این گونه تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند آب و هوا، کیفیت خاک و شیوه‌های مدیریتی است. عملکرد کاج بادامی معمولاً متوسط تا زیاد در نظر گرفته می‌شود. میانگین رویش سالانه (AAI^1) کاج بادامی در اسپانیا حدود ۱/۵ متر مکعب در

¹ Annual average increment

هکتار در سال است (Loewe Muñoz *et al.*, 2020). این قابل مقایسه با سایر گونه‌های کاج مانند *Pinus sylvestris* است که دارای میانگین رویش سالانه در حدود ۱/۲ متر مکعب در هکتار در سال است. عوامل متعددی می‌توانند بر عملکرد کاج بادامی تأثیر بگذارند، از جمله:

۱. آب و هوا: این گونه با آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم سازگار است. در مناطقی با درجه حرارت شدیدتر، عملکرد ممکن است کمتر باشد.
۲. کیفیت خاک: این گونه خاک‌های با زهکشی خوب و اسیدی با محتوای مواد آلی بالا را ترجیح می‌دهد. خاک‌هایی با زهکشی ضعیف یا سطح pH بالا می‌توانند بر عملکرد تأثیر منفی بگذارند.
۳. شیوه‌های مدیریت: تنک کردن و هرس می‌تواند عملکرد کاج بادامی را با کاهش رقابت بین درختان و امکان رشد بهتر بهبود بخشد (Loewe Muñoz *et al.*, 2020).

دستاوردها

سطح زیر کشت کاج بادامی با پوشش جهانی بیش از ۲۱۱۶۵ هکتار قابل توجه است و این گونه عمدتاً در منطقه مدیترانه (۷۵٪ از کل مساحت جهانی آن)، شمال آفریقا (مراکش، الجزایر و تونس)، آسیای غربی (به‌ویژه در ترکیه، سوریه، لبنان، اسرائیل و سرزمین‌های فلسطینی)، آفریقای جنوبی (برای اهداف چوبی و زیست‌محیطی) کشت می‌شود. این گونه به دلیل داشتن دانه‌های خوراکی که از ارزش بالایی برخوردار است و به‌طور گسترده در تجارت می‌باشد، اهمیت اقتصادی دارد. این گونه همچنین برای الوار، رزین، پوست و سایر محصولات استفاده می‌شود که آن را به منبعی ارزشمند برای بسیاری از صنایع تبدیل می‌کند. از مزایای زیست‌محیطی آن می‌توان به حفاظت از محیط زیست اشاره نمود، به‌ویژه در مناطق ساحلی که به تثبیت تپه‌های شنی و محافظت در برابر فرسایش خاک کمک می‌کند. این گونه به خوبی با آب و هوای مدیترانه‌ای سازگار است و می‌تواند در شرایط مختلف خاک رشد کند که آن را به گزینه‌ای محبوب برای برنامه‌های احیای جنگل تبدیل می‌کند (Oğuz *et al.*, 2020).

توسعه کاج بادامی برای دانه‌های روغنی پیامدهای قابل توجهی برای توسعه پایدار، به‌ویژه در زمینه تغییرات آب و هوایی دارد. این گونه به‌طور گسترده در مناطق مدیترانه‌ای کشت می‌شود، جایی که کشت و کار جزء حیاتی اقتصاد روستایی است. روغن استخراج شده از دانه‌های آن به دلیل کاربردهای تغذیه‌ای و صنعتی بسیار ارزشمند است و آن را به منبع درآمدی حیاتی برای جوامع محلی تبدیل می‌کند. یکی از چالش‌های کلیدی در توسعه پایدار دانه‌های روغنی کاج بادامی، تأثیر تغییرات آب و هوایی بر این گونه است. افزایش دما و تغییر الگوی بارش بر کیفیت، عملکرد و ترکیب بذر تأثیر می‌گذارد که به نوبه خود می‌تواند بر معیشت کشاورزان و اقتصاد محلی تأثیر بگذارد. به‌عنوان مثال، یک مطالعه نشان داد که ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه کاج بادامی به‌طور قابل توجهی در واکنش به افزایش دما و خشکسالی تغییر کرده است که به‌طور بالقوه بر ارزش غذایی و صنعتی آن تأثیر می‌گذارد (Mechergui *et al.*, 2021).

برای مقابله با این چالش‌ها، محققان راه‌هایی را برای بهبود کیفیت و عملکرد روغن دانه از طریق روش‌های اصلاحی و کشت بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، یک مطالعه در شیلی نشان داد که وزن مخروط و ریخت‌سنجی دانه نقش مهمی در تعیین عملکرد و کیفیت روغن دانه ایفا می‌کند و نشان می‌دهد که برنامه‌های اصلاحی هدفمند می‌تواند این صفات را افزایش دهد. علاوه بر این، روش‌های کشت پایدار مانند کوددهی و آبیاری نیز می‌تواند برای افزایش تولید و بهبود کیفیت روغن بذر مورد استفاده قرار گیرد. این نه تنها به نفع جوامع محلی است، بلکه به پایداری محیطی کلی فرآیند تولید نیز کمک می‌کند (Calama *et al.*, 2020). علاوه بر این، توسعه دانه‌های روغنی کاج نیز می‌تواند از طریق ایجاد فرصت‌های اقتصادی جدید به توسعه پایدار

حمایت کند. به‌عنوان مثال، روغن کاج بادامی را می‌توان به‌عنوان یک جایگزین پایدار برای نگهدارنده‌های چوب مصنوعی استفاده کرد و اثرات زیست محیطی ترکیبات شیمیایی را کاهش داد (Pardos et al., 2015).

در حال حاضر کاج بادامی به‌صورت آزمایشی در نقاط مختلف ایران کاشته شده است تا سازگاری و پتانسیل رشد آن مورد آزمایش قرار گیرد. نتایج این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که کاج بادامی را می‌توان برای کاشت در مناطق خاصی از ایران، به‌ویژه در اراضی ساحلی شرقی دریای خزر در نظر گرفت. از الزامات کاشت کاج بادامی، آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان‌های معتدل و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است که اراضی ساحلی شرقی دریای خزر در ایران آن را به منطقه‌ای مناسب برای کاشت این گونه تبدیل کرده است. از آنجایی که این گونه در خاک‌های با زهکشی خوب، شنی یا سنگی با محدوده اسیدیته ۶ تا ۸ به خوبی رشد می‌کند، خاک اراضی ساحلی شرقی دریای خزر در ایران به‌طور کلی برای این گونه مناسب است. این گونه تا ارتفاعات تا ۱۶۰۰ متر بالاتر از سطح دریا نیز رشد می‌کند.

نتایج تجارب انجام‌شده در ایران نشان می‌دهد که کاج بادامی می‌تواند گونه‌ای مناسب برای کاشت در مناطق خاصی به‌ویژه اراضی ساحلی شرقی دریای خزر به شرط شرایط اقلیمی و خاکی و روش‌های مناسب کاشت باشد. همچنین، این گونه دارای دانه‌های منبعی از روغن سالم با فواید بالقوه برای سلامتی است که با دیگر خواص دارویی که این گونه دارد، توصیه کشت این گونه به‌ویژه در غنی‌سازی و احیاء اراضی جنگل کاری می‌تواند مورد توجه مروجان، کارشناسان منابع طبیعی، بهره‌برداران و کشاورزان راغب به ورود به بازار فروش محصولات فرعی قرار گیرد.

بررسی وضعیت کاشت کاج بادامی در استان گلستان نشان داد که متأسفانه اطلاعات مدون و چاپ شده در خصوص مساحت و سطح زیر کشت این گونه وجود ندارد. همچنین، در اداره کل منابع طبیعی استان گلستان نیز اطلاعات زیادی وجود ندارد. شواهد و مستندات کشت جنگل کاری در استان گلستان نشان داد که در شهرستان کلاله در منطقه اجن قره خوجه (سال ۱۳۸۷)، گرگان‌دوز (سال ۱۳۷۱)، یکه قوز (سال ۱۳۷۱)، چانال (سال ۱۳۷۱)، پیشکمر تک جم (سال ۱۳۷۴) در ترکیب با دیگر گونه‌ها همچون کاج بروسیا، زربین، بلوط و غیره کاشته شده است و اطلاعات کامل‌تری در خصوص مساحت دقیق کاشت این گونه در دسترس نیست. در علی‌آباد در منطقه شفیع‌آباد (سال ۱۳۶۲) در ترکیب با گونه‌های کاج سیاه، زربین و کاج تهران کاشته شده است. همچنین، این گونه در مراوه تپه در منطقه عرب قره‌حاجی (سال ۱۳۷۲ و ۱۳۷۴)، چنارلی (سال ۱۳۷۲)، قدونه (سال ۱۳۷۴)، یکه قوز (سال ۱۳۷۴)، پالچقلی (سال ۱۳۷۴)، ارجنلی (سال ۱۳۷۸)، گرگی قازان قایه (سال ۱۳۸۷)، پالچقلی فاز ۲ (سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) همراه با گونه‌های زربین، بلوط، زیتون و کاج سیاه و غیره کاشته شده است. در شهرستان گالیکش گونه کاج بادامی در منطقه بادیانلی (سال ۱۳۷۲) همراه با گونه‌های افرا، بروسیا و زربین کاشته شده است. در شهرستان گرگان در منطقه توشن در فازهای مختلف (سال ۱۳۵۶)، هزارپیچ (سال ۱۳۶۸) و اوزینه (سال ۱۳۷۰) همراه با گونه‌های زربین، سرو شیرازی، کاج بروسیا و غیره کاشته شده است. لازم به ذکر است که توده‌های خالص از گونه کاج بادامی در توشن و سعدآباد گرگان وجود دارد. در شهرستان کردکوی کاج بادامی در منطقه ولاغوز (سال ۱۳۶۴) در ترکیب با گونه‌هایی همچون سرونقره‌ای، سروزربین و کاج بروسیا کاشته شده است (اطلاعات کارشناسان جنگل کاری اداره کل منابع طبیعی).

با توجه به پایش جنگل کاری‌ها و اطلاعات کارشناسان منابع طبیعی، کاشت کاج بادامی در این مناطق موفق بوده است. همچنین، نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که این گونه در شرایط مختلف محیطی به خوبی رشد کرده و از نظر زنده‌مانی و کیفیت، عملکرد مناسبی داشته است. به‌عنوان مثال، در مطالعات انجام شده در ایستگاه‌های تحقیقاتی مختلف، سازگاری و رشد کاج بادامی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مثبتی گزارش شده است (مصطفی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). این گونه به‌دلیل ویژگی‌های خاص خود، توانسته است به خوبی با شرایط محیطی سازگار شود و در پروژه‌های جنگل کاری موفق عمل کند. از چالش‌های

کاشت این گونه در استان گلستان می‌توان به عدم تولید کافی نهال این گونه و همچنین، نبودن برنامه مشخص برای توسعه این گونه با اهداف معین ذکر نمود.

توصیه ترویجی

کاج بادامی گونه‌ای است که از اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی زیادی در مناطق مدیریت‌های برخوردار است. با این حال، افزایش فراوانی و شدت رویدادهای مرتبط با آب و هوا چالش‌های مهمی را برای پایداری بلندمدت کشت کاج بادامی ایجاد می‌کند. با اتخاذ شیوه‌های پایدار و توسعه استراتژی‌های مؤثر برای پرداختن به تأثیرات تغییرات آب و هوایی، کشت کاج بادامی می‌تواند به ارائه مزایای بی‌شماری برای جوامع محلی و محیط زیست ادامه دهد. لذا، با توجه به مطالعات انجام گرفته، پیشنهادات ترویجی در جهت توسعه پایدار و همچنین فرصت‌های اقتصادی جدید که به تضمین طولانی مدت این محصول کمک کند، در ذیل ارائه می‌شود:

- توصیه کاشت گونه کاج بادامی سازگار با شرایط آب و هوایی گرگان و مناطق با شرایط اقلیمی مشابه
 - جمع‌آوری و تکمیل اطلاعات کاشت این گونه در استان گلستان
 - سرمایه‌گذاری بر روی استخراج روغن از دانه‌های این گونه برای کاربردهای صنعتی مختلف
 - عرضه ارزش غذایی دانه‌های کاج بادامی به بازار
 - لزوم همکاری ادارات منابع طبیعی با کشاورزان محلی برای ترویج کشت کاج بادامی و تولید دانه‌های روغنی
 - نیاز به سرمایه‌گذاری مستمر در تحقیق و توسعه برای بهبود عملکرد، کیفیت و مقاومت در برابر بیماری
 - تولید محصولات با ارزش افزوده مانند روغن، آرد و تنقلات از دانه کاج بادامی
 - نظارت مستمر بر تأثیر تغییرات آب و هوایی بر کشت کاج بادامی و تولید دانه‌های روغنی در ایران
- سود حاصل از کشت کاج بادامی بستگی به عوامل متعددی از جمله شرایط اقلیمی، نوع خاک، روش‌های کشت و مدیریت مزرعه دارد. به‌طور کلی، پیش‌بینی می‌شود که کشاورزان پس از حدود ۵ تا ۷ سال از زمان کاشت، بتوانند از دانه‌های روغنی کاج بادامی بهره‌برداری کنند.

فهرست منابع

- ثابتی، ح. ۱۳۸۱. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، ۸۸۶ ص.
- صانعی، ص. ۱۳۹۵. طبّ الصمصام - آشنایی با بیش از ۴۰۰ نوع از گیاهان دارویی - (جلد دوم)، انتشارات حافظ نوین، تهران، چاپ اول.
- قندهاری، و.، پیام نور، و. و امیری، م. ۱۳۹۱. بهبود صفات جوانه‌زنی گونه‌های کاج بروسیا، تهران و بادامی با استفاده از غوطه‌وری بذر در آب. مجله حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۱ (۱): ۵۰ - ۳۵.
- مصطفی‌نژاد، س.ر.، ساداتی، س.ا.، اسپهبدی، ک. و خورنکه، س. ۱۳۹۰. سازگاری چهار گونه سوزنی‌برگ خانواده کاج‌ها در حاشیه جنگل پایین‌بند چمستان نور. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹ (۱): ۱۴-۱.

Calama, R., Gordo, J.G., Mutke, S., Conde, M.C., Madrigal, G., Garriga, E., Arias, M.J., Piqué, M., Gandia, R.M., Montero, G. and Pardos, M. 2020. Decline in commercial pine nut and kernel yield in Mediterranean stone pine (*Pinus pinea* L.) in Spain. *Iforest - Biogeosciences and Forestry*, 13: 251-260.

- Caudullo, G., Welk, E. and San-Miguel-Ayanz, J. 2017. Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief 12, 662-666. DOI: 10.1016/j.dib.2017.05.007.
- Gonçalves, A.C., Alexandre, C., Pires, R., and Andrade, J. 2023. Effects of Soil Chemical Characteristics, Air Temperature and Precipitation on *Pinus pinea* Growth in Southern Inland Portugal. *Forests*. 14 (11): 2160.
- Loewe Muñoz, V.L., Del Río, R. and Balzarini, M. 2020. Stone pine (*Pinus pinea*) growth and cone yield as a function of planting density in Chile. *BOSQUE*, 41 (3): 381-386.
- Mecherghi, K., Altamimi, A., Jaouadi, W. and Naghmouchi, S. 2021. Climate change impacts on spatial distribution, tree-ring growth, and water use of stone pine (*Pinus pinea* L.) forests in the Mediterranean region and silvicultural practices to limit those impacts. *Iforest - Biogeosciences and Forestry*, 14: 104-112.
- Oğuz, H., Uzun, A. and Kısakürek, S. 2020. Web-based tree information system: a case study of kahramanmaraş, Turkey. *Turkish Journal of Forest Science*, 4 (1): 160-171.
- Pardos, M., Calama, R., Maroschek, M., Rammer, W. and Lexer, M.J. 2015. A model-based analysis of climate change vulnerability of *Pinus pinea* stands under multiobjective management in the Northern Plateau of Spain. *Annals of Forest Science*, 72: 1009-1021.
- Takala; R., Ramji, D.P. and Choy, E. 2023. The Beneficial Effects of Pine Nuts and Its Major Fatty Acid, Pinolenic Acid, on Inflammation and Metabolic Perturbations in Inflammatory Disorders. *Int J Mol Sci*. 24 (2): 1171.
- Zhiani, R., Abedi, F., Moradi, M., Emrani, Sh., Sharafkhani, J. and Taheri, M. 2014. Chemical composition of the oil of *Pinus pinea* L. seeds from two locations in Iran. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* 4 (4): 265-270.