

انتخاب تراکم و فاصله کاشت مناسب در زراعت چوب

فرهاد اسدی*

* دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. (رایانامه نویسنده مسئول: farhadasadi14@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۰

چکیده

در این مقاله سعی شده است ضمن تشریح مفهوم تراکم و تفاوت آن با فاصله کاشت، مقادیر چوب تولیدی در فواصل کاشت و تراکم‌های مختلف مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرد تا زارع بتواند با یک محاسبه دقیق‌تر نسبت به انتخاب تراکم و فاصله کاشت مناسب اقدام نماید. به این منظور برخی مفاهیم و یافته‌ها در این خصوص شامل نسبت قطر به ارتفاع (d/h)، تعداد درخت در هکتار برای فاصله کاشت‌های مختلف، درختان تاج باز و تاج بسته، قطر هدف، حجم برداشت، تعداد برداشت در هر فاصله کاشت، تنک کردن، انواع فاصله کاشت و پایداری تولید برای انتخاب مناسب‌ترین تراکم و فاصله کاشت تشریح شدند.

واژه‌های کلیدی: تاج باز، تاج بسته، تولید چوب، صنوبر، کاشت.

بیان مسئله

هدف اصلی از زراعت چوب همانا تولید چوب بیشتر برای واحدهای صنعتی و مصارف سنتی چوب در ایران است. با توجه به اجرایی شدن طرح استراحت جنگل، زراعت چوب هم به دلیل جبران کمبود چوب و هم به دلیل افزایش قیمت آن در سال‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته است.

از مهمترین عوامل تأثیرگذار در موفقیت زراعت چوب، انتخاب مناسب‌ترین فاصله کاشت و تراکم است. صنوبرکاران سنتی در ایران به دلیل نیاز به چوب‌های تیری و ساختمانی، صنوبرهای تبریزی تاج بسته را در فاصله کاشت کم (گاهی کم‌تر از ۱×۱ متر) می‌کاشتند و این روش علی‌رغم تغییر نوع مصرف چوب (از چوب‌های تیری به چوب‌های قطور) همچنان مورد استفاده زارعین قرار می‌گیرد. در فاصله کاشت کم که با تراکم زیاد نهال در هکتار مواجه هستیم، رقابت بر سر نور، عناصر غذایی خاک و از همه مهمتر رقابت بر سر آب در میان نهال‌های انبوه موجب کاهش رشد نهال‌ها می‌شود. در بسیاری از صنوبرکاری‌های سنتی با تراکم بالا (فاصله کاشت کم) به دلیل محدودیت‌های اشاره شده، رویش قطری نهال‌ها بسیار ضعیف‌تر شده و در نتیجه به دلیل اثر مضاعف قطر در محاسبه حجم

درخت ($V = \pi/4(d^2 \times h \times f)$) که در آن v معادل حجم درخت به مترمکعب، d قطر برابر سینه درخت به متر، h ارتفاع درخت به متر و f ضریب شکل درخت (معمولاً ۰/۵) است، همان‌طور که مشاهده می‌شود قطر با توان دوم وارد معادله حجم شده و در تولید چوب اثر بالاتری نسبت به ارتفاع دارد.

متداول‌ترین نوع درخت در زراعت چوب، صنوبرها (*Populus*) هستند که شامل صنوبرهای غیربومی مانند دلتوئیدس (*P. deltoids*) و اورامریکن (*P. euramericana*)، همچنین صنوبرهای بومی یا بومی شده تبریزی (*P. nigra*) و کبوده یا سپیدار (*P. alba*) است. صنوبرهای غیربومی دلتوئیدس و اورامریکن دارای تاج گسترده هستند و از این جهت برای کاهش اثرات رقابت نوری به فاصله کاشت بیشتر نیازمندند. اما صنوبرهای بومی یا بومی شده تبریزی و کبوده هر کدام دارای دو نوع یا واریته تاج باز یا تاج بسته هستند. صنوبر تبریزی موسوم به شالک و کبوده شیرازی دارای تاج گسترده و با زاویه شاخه باز هستند، اما صنوبر تبریزی معمولی و کبوده بومی دارای تاج هرمی یا بسته هستند.

یافته‌ها و تحلیل‌ها

تراکم (تعداد در هکتار)

ردیف‌ها در جهت شمالی-جنوبی است. برای مثال در فاصله کاشت ۸×۲ متر بهتر است ردیف فاصله دو متری در جهت شمالی-جنوبی باشد تا فضای ۸ متری از نور بیشتری برخوردار شود. این مسأله به ویژه در کشت‌های تلفیقی و استفاده زراعی از فضای بین درختان بسیار حیاتی است (اسدی و کلاگری، ۱۳۹۸). البته گاهی شیب زمین نقش تعیین کننده دارد. جدول ۱ تعداد درخت در هکتار برای فاصله کاشت‌های مختلف را نشان می‌دهد. این جدول برای تبدیل فاصله کاشت به تراکم نیز کاربرد دارد.

تراکم به معنی تعداد نهال در هکتار است. اما فاصله کاشت به معنی فاصله نهال‌ها در جهت‌های مختلف از هم است. در یک تراکم ۶۲۵ درخت در هر هکتار می‌توان دو فاصله کاشت ۴×۴ متر یا ۸×۲ متر را اعمال کرد. در هر دو فاصله کاشت تعداد نهال در هکتار یا تراکم معادل ۶۲۵ اصله نهال در هکتار خواهد بود. آنچه که انتخاب فاصله کاشت را تعیین می‌کند، فاصله نهال‌ها در ردیف‌ها و بین ردیف‌هاست. در اغلب موارد، نحوه استقرار

جدول ۱- تعداد درخت در هکتار برای فاصله کاشت‌های مختلف (تبدیل فاصله کاشت به تراکم)

فاصله کاشت (متر)	۱	۱/۲	۱/۵	۱/۸	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵	۵	۶
۱	۱۰۰۰۰											
۱/۲	۸۳۳۳	۶۹۴۵										
۱/۵	۶۶۶۶	۵۵۵۵	۴۴۴۴									
۱/۸	۵۵۵۵	۴۶۲۹	۳۷۰۳	۳۰۸۶								
۲	۵۰۰۰	۴۱۶۶	۳۳۳۳	۲۷۷۷	۲۵۰۰							
۲/۵	۴۰۰۰	۳۳۳۳	۲۶۶۶	۲۲۲۲	۲۰۰۰	۱۶۰۰						
۳	۳۳۳۳	۲۷۷۷	۲۲۲۲	۱۸۵۱	۱۶۶۶	۱۳۳۳	۱۱۱۱					
۳/۵	۲۸۵۷	۲۳۸۰	۱۹۰۴	۱۵۸۷	۱۴۲۸	۱۱۴۲	۹۵۲	۸۱۶				
۴	۲۵۰۰	۲۰۸۳	۱۶۶۶	۱۳۸۸	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۳۳	۷۱۴	۶۲۵			
۴/۵	۲۲۲۲	۱۸۵۱	۱۴۸۱	۱۲۳۴	۱۱۱۱	۸۸۸	۷۴۰	۶۳۴	۵۵۵	۴۹۳		
۵	۲۰۰۰	۱۶۶۶	۱۳۳۳	۱۱۱۱	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۶۶	۵۷۱	۵۰۰	۴۴۴	۴۰۰	
۶	۱۶۶۷	۱۳۸۹	۱۱۱۱	۹۲۶	۸۳۴	۶۶۶	۵۵۵	۴۷۶	۴۱۷	۳۷۰	۳۳۳	۲۷۸

همان‌طور که در جدول مزبور مشاهده خواهد شد که برای یک درخت غالب بسیار خوب می‌شود در فاصله کاشت 1×1 متر 10000 اصله نهال، برای $1/2 \times 1/2$ متر 6945 اصله، برای 2×2 تعداد 2500 اصله نهال دیده می‌شود. وقتی فاصله کاشت 5×5 متر باشد تعداد در هکتار به 400 اصله تنزل خواهد یافت. بسیاری از صنوبرکاران فاقد ایده‌ای کارآمد برای انتخاب مناسب‌ترین تراکم هستند. اغلب مشاهده می‌شود که تراکم انتخاب شده بدون در نظر گرفتن مسائل فنی و بازار چوب بوده است. در زمینه بازار چوب برخی مؤلفه‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. از جمله آنها قطر درخت در محل برابر سینه ($1/3$ متری) است. مؤلفه دیگر نسبت قطر به ارتفاع (d/h) یا ضریب پایداری است. به‌عنوان مثال در درختی با قطر برابر سینه 19 سانتی‌متر و ارتفاع 18 متر، این نسبت برابر $1/06$ خواهد شد که برای یک درخت غالب بسیار خوب است. این عدد برای تراکم 10000 تا 11000 درخت در هر هکتار بسیار مناسب به نظر می‌رسد. انتخاب فاصله کاشت مناسب علاوه بر نگاه ویژه به محصول چوبی آینده، در کاهش هزینه‌های کاشت و داشت نیز کمک شایانی خواهد کرد (اسدی، 1398). چون از هزینه‌های بالا برای نهال‌های فراوان (خرید نهال، کاشت و داشت) در واحد سطح اجتناب خواهد شد. جدول 2 نسبت قطر به ارتفاع را برای حالت‌های مختلف نشان می‌دهد. بنابراین باید توجه داشت درختی که نسبت قطر به ارتفاع آن بالاتر از $1/3$ باشد، نشان می‌دهد که تراکم در آن توده بسیار کم است. اگر این مقدار از $0/7$ کمتر باشد نشان دهنده متراکم بودن توده و کاهش ضریب پایداری است.

جدول ۲- نسبت قطر به ارتفاع (d/h) برای تعیین شدت تراکم

قطر در ارتفاع برابر سینه ($1/3$ متری) به سانتی‌متر										
ارتفاع (متر)	۱۰	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸
۱۰	۱	$1/20$	$1/4$							
۱۲	$0/83$	۱	$1/17$	$1/33$						
۱۴	$0/71$	$0/86$	۱	$1/14$	$1/29$					
۱۶	$0/75$	$0/88$	$0/88$	۱	$1/13$	$1/25$	$1/38$			
۱۸	$0/78$	$0/78$	$0/78$	$0/89$	۱	$1/11$	$1/22$	$1/33$		
۲۰	$0/70$	$0/70$	$0/70$	$0/80$	$0/90$	۱	$1/10$	$1/20$	$1/30$	$1/40$
۲۲	$0/73$	$0/73$	$0/73$	$0/73$	$0/82$	$0/91$	۱	$1/09$	$1/18$	$1/27$
۲۳	$0/70$	$0/70$	$0/70$	$0/70$	$0/78$	$0/87$	$0/96$	$1/04$	$1/13$	$1/22$
۲۴	$0/67$	$0/67$	$0/67$	$0/67$	$0/75$	$0/83$	$0/92$	۱	$1/08$	$1/17$
۲۵	$0/72$	$0/72$	$0/72$	$0/72$	$0/72$	$0/8$	$0/88$	$0/96$	$1/04$	$1/12$

نهایی بستگی دارد. یک تراکم بالا (فاصله کاشت کم) حجم زیادی از چوب متعلق به درختان نازک و کوچک را در سال‌های اولیه تولید خواهد کرد. در مقابل، یک تراکم کم (فاصله کاشت زیاد)، درختان بزرگی را در سال‌های بالاتر تولید می‌نماید، اما حجم در هکتار به‌ویژه در سال‌های اولیه کم خواهد بود (جدول ۳). در مناطق مرطوب هزینه مبارزه با علف‌های هرز در تراکم کم بالا خواهد رفت. چون در فاصله زیاد بین نهال‌ها فضای کافی برای استقرار علف‌های هرز بیشتر شده و بسته شدن تاج پوشش نیز در تراکم کم طولانی‌تر خواهد بود.

به‌عنوان مثال در مورد درختی با ارتفاع ۱۴ متر، قطر درخت نباید کمتر از ۱۲ سانتی‌متر باشد. این امر مستلزم انتخاب فاصله کاشت یا تراکم مناسب است. به‌طوری که بهترین حالت آن است که مقدار قطر (به سانتی‌متر) از نظر عددی برابر ارتفاع (به متر) باشد. برای نمونه درختی با ارتفاع ۱۰ متر، قطری برابر ۱۰ سانتی‌متر داشته باشد یا درختی با ارتفاع ۱۸ متر دارای قطر ۱۸ سانتی‌متر باشد. در این حالت نسبت d/h برابر یک است.

انتخاب تراکم

انتخاب تراکم نهال به هدف از تولید محصول

جدول ۳- میزان تراکم با توجه به نوع محصول هدف، سن، تعداد دوره و حجم برداشت

تعداد درخت در هکتار (تراکم)	تعداد دوره برداشت	سن برداشت	نوع محصول	حجم تولیدی	ارزش تک درخت
بیش از ۲۰۰۰	۴-۵	۴-۷	چوب سوخت	بالا	کم
۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰	۳	۸-۱۲	کاغذ سازی	متوسط	متوسط
کمتر از ۵۰۰	۲	۱۲-۲۵	چوب قطور	بالا	بالا

منبع: Van Oosten, 2006

تولیدی در این توده فقط برای مصرف سوخت و صنایع مصرف کننده چوب‌های کم قطر مناسب خواهد بود. در تراکم ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ اصله درخت در هکتار که فاصله کاشت در آن حدود ۳×۳ متر است، تعداد ۳ دوره برداشت در سن حدود ۸ تا ۱۲ سال امکان‌پذیر است. ولی به‌دلیل قطر متوسط

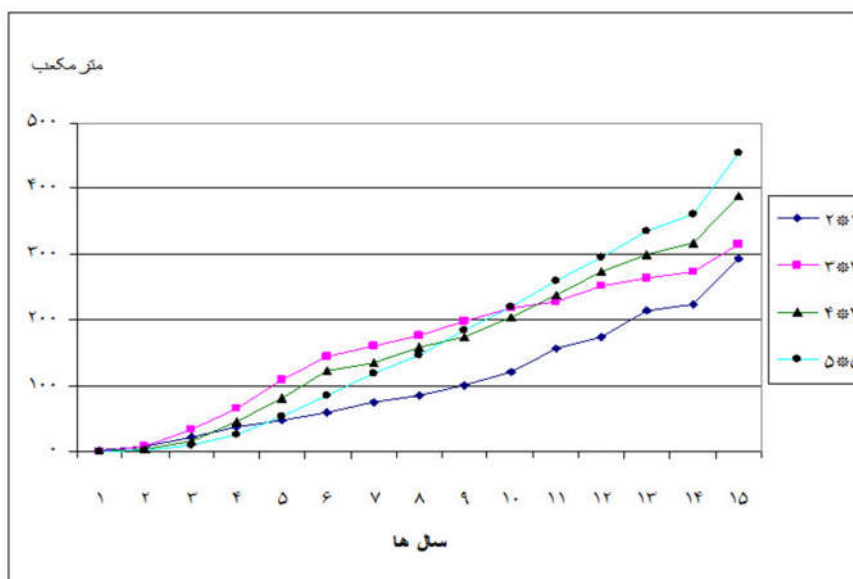
طبق جدول ۳ در تراکم بیش از ۲۰۰۰ درخت در هکتار که فاصله کاشت در آن کمتر از $۲ \times ۲/۵$ متر است، تعداد دوره برداشت می‌تواند تا ۵ مرحله افزایش یابد که سن هر مرحله برداشت ۴ تا ۷ سال خواهد بود. گرچه حجم چوب تولیدی در این تراکم بالاست، اما به‌دلیل کم قطر بودن درختان، چوب

در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. در واقع این هنر زارع است که با تکیه بر اطلاعات مختلف نسبت به انتخاب تراکم اقدام نماید.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از کاشت صنوبر در تراکم‌های مختلف شکل ۱ (اسدی، ۱۳۹۸) به‌دست آمد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، در سال‌های اولیه فواصل کاشت کم مانند ۳×۳ متر و ۲×۲ متر از وضعیت موجودی چوب بهتری برخوردارند. اما این مقادیر بالای چوب اغلب دارای ابعاد کوچکی هستند. از این‌رو این فواصل کاشت برای دستیابی به چوب‌های کم قطر برای استفاده در صنایع مصرف‌کننده چوب‌های نازک می‌توانند مفید باشد. البته این چنین فواصل کاشتی می‌توانند در دوره‌های بهره‌برداری کوتاه‌مدت به‌منظور تولید بیوماس و بیوانرژی به سمت فواصل کاشت کمتر نیز هدایت شوند. انتخاب تراکم مناسب این سیستم‌های بهره‌برداری خود مبحث جداگانه‌ای است که مبتنی بر سرشت گونه یا کلن و ویژگی‌های رویشگاه و عملیات پرورشی است (Christersson, 2008).

چوب تولیدی در این توده‌ها امکان استفاده از آنها در صنایع کاغذسازی نیز وجود دارد. اما در تراکم کمتر از ۵۰۰ اصله درخت در هکتار که فاصله کاشت در آن بیشتر از ۵×۴ متر است، تا دو دوره برداشت در سن ۱۲ تا ۲۵ سالگی توده امکان‌پذیر است. بدیهی است چوب تولیدی در این توده‌ها قطور بوده، هم ارزش تک درختان و هم حجم چوب تولیدی آن بالا خواهد بود. در چنین وضعیتی امکان استفاده از فضای بین ردیف‌ها برای کشت تلفیقی در سال‌های اولیه وجود دارد.

برای موفقیت اقتصادی، کشاورزان باید نسبت به مکان‌های مصرف چوب، حجم و ابعاد چوب مورد نیاز آنها اطلاعات کافی داشته باشند. به‌عنوان مثال اگر در منطقه‌ای واحدهای صنعتی مصرف‌کننده چوب‌های کم قطر مانند تخته‌خرده‌چوب مستقر هستند، بهتر است از تراکم بالا استفاده شود. به هر حال انتخاب تنها یک تراکم کاشت و تولید چوب‌های با قطر مشخص می‌تواند همراه با خطر باشد. در مواردی حتی بهتر است از تراکم‌های مختلف استفاده شود. هرچند این امر در بسیاری از موارد به‌دلیل کوچک بودن سطح اراضی زارعان امکان‌پذیر نیست. از سوی دیگر نیاز زارع به درآمد



شکل ۱- میزان چوب تولیدی در سال و هکتار به متر مکعب در سنین و فواصل کاشت مختلف

بوده است. آنان این وضعیت را به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین نواقص فنی صنوبرکاری در استان معرفی کردند.

تنک کردن و تراکم

در مواردی که از تراکم بالا برای کاشت درختان استفاده شود، عملیات تنک کردن در سنین بالاتر ضرورت می‌یابد. این امر به‌منظور حمایت از پایه‌های برتر و حذف پایه‌های نامطلوب انجام می‌شود. در چنین مواردی اگر سطح توده از یکنواختی متعادلی برخوردار باشد، می‌توان عملیات تنک کردن را به‌صورت منظم و خطی انجام داد، به‌طوری‌که ردیف یا ردیف‌هایی به‌صورت منظم حذف می‌شوند. به هر حال عملیات تنک کردن در سال‌های میانی نسبتاً وقت‌گیر و پرهزینه است و

مطابق شکل ۱ هر چه که به سن درختان افزوده می‌شود، فواصل کاشت بالاتر از موجودی بیشتری برخوردار می‌شوند. طوری که از سال چهارم فاصله کاشت ۲×۲ متر دیگر اقتصادی نیست. برای نمونه تا سال دهم فاصله کاشت ۳×۳ متر در مقام اول قرار دارد، ولی از سال دهم تا سال پانزدهم به رتبه سوم تنزل می‌یابد. در واقع از سال یازدهم به بعد موجودی چوب به همان ترتیب افزایش فاصله کاشت، افزایش می‌یابد. این وضعیت با مختصری تغییر برای گونه‌های مختلف صنوبر و در رویشگاه‌های مختلف اتفاق افتاده است.

مطالعه اسدی و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد که در ۵۷ درصد توده‌های صنوبرکاری استان مازندران فاصله کاشت درختان کمتر از ۲×۲/۵ متر

محصول مناسبی هم برای فروش ارائه نخواهد کرد. این عملیات زمانی ضرورت بیشتری خواهد داشت که رقابت نوری به حداکثر برسد. درختی با ارتفاع ۱۸ متر و قطری برابر ۱۹ سانتی‌متر می‌تواند حجمی برابر ۰/۲۵ مترمکعب چوب تولید نماید. از این مقدار تنها ۶۲ درصد آن یعنی حدود ۰/۱۶ مترمکعب به‌عنوان چوب قابل استفاده در صنایع می‌تواند مفید باشد. این مقدار اخیر مربوط به آن بخش از چوب است که قطری مساوی یا بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر دارد. بخش‌های دیگر چوب به‌دلیل قطر کمتر و ایجاد هزینه‌های کارگری و حمل و نقل بیشتر از مرغوبیت کمتری برخوردارند. با توجه به مسائل بالا اگر صنایع مصرف‌کننده منطقه چوب‌های قطورتر نیاز دارند، بهتر است تراکم درختان طوری انتخاب شود که هدف‌گذاری تولید برای چوب‌های قطور باشد. یعنی تراکم کمتر و سن بهره‌برداری بالاتر انتخاب شود. در این حالت نسبت قطر به ارتفاع (d/h) برابر ۱ تا ۱/۲ زمانی محقق خواهد شد که تعداد درخت در هکتار بین ۶۲۵ تا ۸۱۶ درخت باشد. داده‌های جدول ۴ نشان می‌دهد که چگونه حجم چوب قطور با کاهش تراکم افزایش می‌یابد.

جدول ۴- تأثیر تراکم در تخمین حجم یک درخت صنوبر ۱۸ متری

تراکم (تعداد در هکتار)	ارتفاع درخت (متر)	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	نسبت قطر به ارتفاع (d/h)	حجم هر درخت (مترمکعب)	محصول
۱۱۰۰	۱۸	۱۶	۰/۹	۰/۱۸	کم قطر
۸۱۶	۱۸	۲۲	۱/۲	۰/۳۳	متوسط
۶۲۵	۱۸	۲۴	۱/۳	۰/۴	قطور

تلفات نهال‌ها زمانی که تراکم از ۱۰۰۰ بالاتر باشد، اغلب بین ۱۰ تا ۱۵ درصد اتفاق می‌افتد. در مازندران در ۶۳ درصد توده‌های صنوبرکاری، درصد زنده‌مانی کمتر از ۵۰ درصد بوده است (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). آنها این میزان تلفات را ناشی از تراکم اولیه بالا دانستند. مرگ و میر ۱۵ درصد طبیعی است و نیازی به بازکاشت وجود ندارد. در تراکم‌های پایین‌تر از ۸۰۰ درخت در هکتار، اغلب تلفات کمتر از ۵ درصد خواهد بود. اگر تلفات در این تراکم‌ها بیشتر اتفاق بیفتد نیاز به بازکاشت وجود دارد (Van Oosten, 2006). طبق جدول ۴ در تراکم ۱۱۰۰ اصله درخت

زیادتر خواهد بود. بنابراین اهمیت تراکم مناسب برای دستیابی به درختانی با قطر و ارتفاع متعادل و پایدار بسیار پرمعنی است. پایداری درخت زمانی مشکل پیدا می‌کند که نسبت d/h به کمتر از $0/9$ برسد. حالتی که درخت بسیار بلند شده ولی ریشه‌ها چندان توسعه نیافته‌اند تا کار تغذیه آن را به خوبی انجام دهند. در چنین شرایطی درختان حالت ناپایدار داشته و به راحتی خواهد افتاد. درختانی که از نظر ژنتیکی دارای چنین ویژگی هستند، جزء درختان ضعیف محسوب می‌شوند. گاهی دیده می‌شود که تولیدکنندگان نهال با استفاده از کود ازت در خزانه، نهال‌هایی بسیار بلند و گاهی بیش از ۴ متر تولید می‌کنند که این نهال‌ها به دلیل نسبت d/h پایین و ریشه بسیار کم قادر به تغذیه اندام‌های هوایی خود در زمین اصلی نیستند؛ در نتیجه نهال مزبور در زمین اصلی با مشکل مواجه می‌شود. بر اساس استاندارد مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ارتفاع نهال در گونه تبریزی (*P. nigra*) در سال اول از $2/5$ متر و در گونه *P. deltoids* از $3/5$ متر نباید تجاوز نماید (بی‌نام، ۱۳۸۷).

واکنش کلن‌های مختلف به تراکم

نحوه رقابت درختان در یک توده از یک کلن

در هکتار، یک درخت ۱۸ متری تنها $0/18$ مترمکعب حجم خواهد داشت. اما وقتی تراکم به ۸۱۶ درخت کاهش می‌یابد (در واقع فاصله کاشت بیشتر می‌شود)، میزان حجم درخت ۱۸ متری به $0/33$ مترمکعب (نزدیک به دو برابر) افزایش می‌یابد. این موضوع به وضوح اهمیت انتخاب تراکم مناسب را نشان می‌دهد.

پایداری محصول و تراکم

رقابت بین درختان برای مولفه‌های رشد (نور، رطوبت و عناصر غذایی خاک) وجود دارد. در تراکم بالا رقابت برای دسترسی به مؤلفه‌های فوق تا رسیدن درخت به تاج فوقانی به شدت ادامه دارد و درختانی که به اشکوب فوقانی رسیده‌اند، آینده خود را تضمین می‌کنند؛ اما درختان اشکوب‌های پایین‌تر که نتوانستند نور، رطوبت یا غذای کافی به دست بیاورند، زبون شده و به احتمال فراوان از بین خواهند رفت. از این نظر رشد ارتفاعی از اهمیت بیشتری برای تضمین استمرار حیات نهال‌ها برخوردار خواهد بود. بنابراین نسبت d/h پایین برای یک توده صنوبرکاری شده (و نه نهالستان تولید نهال) در سنین کمتر می‌تواند یک حسن تلقی شود. اما از سوی دیگر خطر بادافتادگی و ریشه‌کن شدن برای این درختان باریک و بلند

در حالت مربعی فاصله کاشت ۳×۳ متر، در حالت مستطیلی ۲×۴/۵ متر و در حالت لوزی نیز در فواصل ۳ متر خواهد بود. انتخاب فاصله کاشت به دلیل اثرات سایه‌اندازی متفاوت، یکی از مهمترین عوامل تعیین‌کننده نیاز به کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود. البته صنوبرکاران اغلب از اهمیت آن آگاهی ندارند. بهترین وضعیت، کشت تقاطعی درختان است تا علف‌های هرز کنترل شوند. این نوع کشت در روش مربعی مشاهده می‌شود. چون نوردهی در همه جای عرصه یکسان خواهد بود.

فاصله کاشت مربعی

برای تراکم ۱۱۱۱ اصله نهال در هکتار، انتخاب فاصله کاشت مربعی ۳×۳ متر بهترین گزینه خواهد بود. این فاصله کاشت فضای کافی بین درختان و بین ردیف‌ها ایجاد می‌نماید تا ماشین‌آلات در هر دو جهت حرکت نمایند. همچنین امکان کاشت گیاه همراه در سال اول به خوبی فراهم است. این امر برای درآمد زارع و نیز کنترل علف‌های هرز بسیار مناسب است. در چنین فاصله کمی بین درختان، رعایت دقیق فاصله بین آنها بسیار ضرورت دارد، زیرا در صورت کوچک‌ترین اشتباه، امکان نزدیک شدن دو درخت به هم زیاد است و این امر مانع تردد ماشین‌آلات کشاورزی

به کلن دیگر متفاوت است. به طوری که اغلب ممکن است این سؤال مطرح شود که کدام یک از درختان دارای تاج بسته یا تاج باز بهتر می‌توانند تراکم‌های بالا را تحمل کنند؟ اگرچه درختان تاج بسته بهتر می‌توانند تراکم‌های بالا را تحمل کنند. شکل ۲ میزان تراکم بالای درختان (۱×۰/۵ متر) و تولید جست در مرحله دوم بهره‌برداری در کشت‌های سنتی استان کرمانشاه را نشان می‌دهد. در این تراکم، درختان بلند با قطر کم دیده می‌شوند.

فاصله کاشت و انواع آن

وقتی یک کشاورز تراکم درختان را انتخاب کرد، باید در مورد فاصله ردیف نیز تصمیم بگیرد. به عنوان مثال در تراکم ۱۱۱۱ اصله نهال در هکتار، هر درخت ۹ مترمربع فضا را اشغال می‌کند. این وضعیت را می‌توان به صورت مربعی، مستطیلی یا لوزی کاشت.



شکل ۲- تولید و رشد جست‌های مرحله دوم بهره‌برداری در صنوبرکاری‌های سنتی در استان کرمانشاه

انتخاب کرد که فضای زیادتری برای کشت همراه در اختیار می‌گذارد. چنین فاصله‌ای در کشت مستطیلی 4×3 متر است. البته در هر دو روش امکان کشت گیاه همراه وجود دارد. نسبت بین طول به عرض مستطیل را ضریب مستطیلی می‌نامند. در مثال بالا یک فاصله کاشت 4×3 متر یک ضریب مستطیلی برابر $4/3$ دارد. فاصله کاشت 8×6 متر نیز چنین ضریبی دارد. این ضریب تأثیر چندانی در میزان محصول ندارد، اما بر روی شکل ساقه اثر می‌گذارد؛ به طوری که گاهی اوقات مقطع ساقه به حالت بیضی نسبت به دایره نزدیک‌تر است. افهامی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که با افزایش فاصله کاشت مستطیلی در کشت تلفیقی صنوبر و یونجه در شرایط کرج، چگالی و هم‌کشیدگی چوب افزایش می‌یابد. البته این وضعیت به شدت مستطیلی بودن نیز بستگی دارد. ضریب مستطیلی بیشتر اثرات بهتری بر بیوماس دارد. همچنین اگر برنامه تولید محصولات کشاورزی در بین ردیف‌ها وجود داشته باشد، می‌توان ضریب مستطیلی بالاتر را انتخاب کرد (مانند فاصله کاشت 8×3 متر). چون در این حالت فاصله کاشت درختان در ردیف‌ها کمتر ولی بین ردیف‌ها بیشتر خواهد بود. به این ترتیب فضای

خواهد شد. فاصله ۳ متری حداقل فاصله برای در نظر گرفتن امکان تردد تراکتور است. در یک چنین وضعیتی که فضای کافی برای تردد کم است، شاید امکان کشت انبوه تلفیقی وجود نداشته باشد. همچنین در چنین حالتی فاصله بین ردیف‌ها را می‌توان ثابت و برابر ۲ متر در نظر گرفت و فاصله بین درختان هر ردیف را می‌توان $4/5$ متر انتخاب نمود. بنابراین وضعیت کاشت به سمت فاصله مستطیلی هدایت می‌شود.

فاصله کاشت مستطیلی

این روش فضای بیشتری برای کاشت گیاه همراه در یک جهت در اختیار می‌گذارد. در تراکم ۱۱۱۱ اصله نهال در هکتار، به جای فاصله کاشت 3×3 متر، می‌توان فاصله کاشت $4/5 \times 2$ متر را انتخاب نمود. در این فاصله کاشت هم برای هر درخت ۹ مترمربع فضا اختصاص می‌یابد. در این حالت فقط در یک جهت می‌توان کشت همراه داشت. کنترل علف‌های هرز حتماً در فضای بین درختان باید مورد توجه قرار گیرد. در تراکم‌های کمتر مثل ۸۰۰ درخت در هکتار که برای دستیابی به چوب‌های قطورتر استفاده می‌شود، هر درخت $12/5$ مترمربع را به خود اختصاص می‌دهد. برای کشت فاصله مربعی می‌توان فاصله $3/5 \times 3/5$ متر را

توصیه ترویجی

بیشتری برای کشت محصولات کشاورزی همراه

وجود خواهد داشت (شکل ۳).

قبل از اقدام به انتخاب و کاشت درخت، زارع

باید هدف خود از صنوبرکاری را مشخص نماید.

- اگر هدف زارع تولید چوب‌های قطور است، باید

درختان تاج باز با تراکم کم (کمتر از ۶۲۵

درخت در هکتار) و فاصله کاشت بیشتر (۴×۴،

۵×۵، ۶×۶ یا بیشتر) استفاده کند. در چنین

شرایطی برای استفاده از فضای بین درختان برای

زراعت محصولات کشاورزی می‌تواند فاصله

کاشت مستطیلی را جایگزین فاصله کاشت

مربعی کند.

- در صورت کشت گونه زراعی همراه، انتخاب

فاصله کاشت ۸×۲، ۸×۳، ۸×۴ بر فواصل کاشت

فوق ارجحیت دارد.

- در فاصله کاشت مستطیلی بهتر است ردیف‌ها

(فاصله کاشت کم) در جهت شمالی- جنوبی قرار

گیرند تا نور بیشتر به درختان و فضای بین

درختان برسد.

- اگر هدف زارع تولید چوب‌های کم‌قطر در

دوره‌های بهره‌برداری کوتاه‌مدت‌تر است، بهتر

است از درختان تاج بسته با تراکم بیشتر (بیشتر

از ۱۰۰۰ درخت در هکتار) و فاصله کاشت کمتر

(۳×۳، ۳×۲، ۲×۲ و ۱×۲) استفاده کرد.



شکل ۳- فاصله کاشت مستطیلی و لوزی ۸×۳ متر جهت استفاده از فضای بین درختان برای زراعت

فاصله کاشت لوزی یک حالت از کشت مربعی

است. در ردیف دوم از هر طرف و به‌صورت یک در

میان درختان به اندازه نصف فاصله کاشت از ابتدای

ردیف شروع می‌شوند و در مقابل ردیف کناری

حالت زیگزاگ پیدا می‌کند. مزایای این روش در

منابع مختلف به‌خوبی شرح داده نشده است. اما

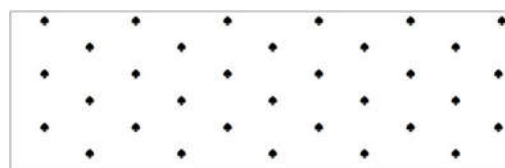
اجرای آن برای کشت تلفیقی در سه جهت

امکان‌پذیر است. البته زمانی که تراکم کاهش یابد

(تعداد درخت در هکتار کم شود)، عملی‌تر خواهد

بود. شکل ۴ نمایی از روش کاشت لوزی را نشان

می‌دهد.



شکل ۴- نحوه قرارگرفتن درختان در روش فاصله کاشت لوزی

- باید در نظر داشت که انتخاب چنین تراکم‌هایی که به ترتیب تعداد نهال را به ۱۱۱۱، ۱۶۶۶، ۲۵۰۰ و ۵۰۰۰ اصله در هکتار می‌رساند، نیازمند صرف هزینه‌های بالاتر برای حفر چاله کاشت، خرید نهال بیشتر و عملیات کاشت و داشت سنگین‌تر است.

- اگر و فقط اگر قصد برداشت چوب کم‌قطر در دوره‌های سه تا شش سال مد نظر باشد، اعمال چنین تراکم‌هایی به صرفه خواهد بود. در غیر این صورت فواصل کاشت بیشتر به دلیل هزینه احداث و نگهداری کمتر و امکان تولید زراعی بین ردیف‌ها در سال‌های اولیه ارجحیت دارد.

منابع

- اسدی، ف. ۱۳۹۸. مبانی زراعت چوب صنوبر. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۲۴۵ ص.
- اسدی، ف.، اسپهبدی، ک.، و ساداتی، س.ا. ۱۳۹۸. ارزیابی نقائص فنی صنوبرکاری در مازندران. مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، ۱۱(۳): ۴۱۴-۴۰۱.
- اسدی، ف. و کلاگری، م. ۱۳۹۸. مزایای کشت تلفیقی صنوبر با محصولات زراعی علوفه‌ای. حفاظت و بهره‌برداری جنگل‌های هیرکانی، ۱: ۱۶-۵.
- بی‌نام، ۱۳۸۷. شاخص‌های استاندارد نهال گونه‌های غیرمثمر جنگلی. کارگروه تدوین استاندارد نهال غیرمیوه‌ای، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج. ۵۷ ص.
- افهامی سی‌سی، د.، کریمی، ع.ن.، پورطهماسبی، ک.، اسدی، ف.، و محمدزاده، م. ۱۳۹۰. ارزیابی تأثیر تیمارهای نظام جنگل زراعی بر روی ویژگی‌های فیزیکی چوب گونه *Populus nigra* در محورهای شعاعی و طولی درخت. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۲: ۶۴-۵۳.

Christersson, L. 2008. Poplar plantations for paper and energy in the south of Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 32 (11): 997-1000.

Van Oosten, C. 2006. Hybrid Poplar crop manual for the Prairie provinces. Report for the Saskatchewan Forest Center. SilviConsult Woody Crops Technology, Inc., Nanaimo, British Columbia, Canada. 231 p.