

## ارزیابی تأثیر تیمارهای نظام جنگل - زراعی بر روی ویژگی های فیزیکی چوب گونه *Populus nigra* در محورهای شعاعی و طولی درخت

داود افهامی سی سی\*<sup>۱</sup>، علی نقی کریمی<sup>۲</sup>، کامبیز پورطهماسی<sup>۳</sup>، فرهاد اسدی<sup>۴</sup> و میلاد محمدزاده<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۲</sup> استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۳</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۴</sup> استادیار بخش صنوبر و جنگل موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور

<sup>۵</sup> دانش آموخته رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران

### چکیده

در این تحقیق اثرگذاری کاشت یونجه و افزایش فاصله کاشت بر روی ویژگی های فیزیکی گونه *Populus nigra* در محورهای شعاعی و طولی درخت بررسی شد. درختان از یک طرح نظام جنگل - زراعی آزمایشی در نزدیکی شهر کرج قطع شدند. تیمارها شامل چهار فاصله کاشت اولیه بین درختان همراه با کاشت یونجه و یک تیمار شاهد بدون یونجه بودند. با کاشت یونجه چگالی و هم کشیدگی چوب کاهش یافت در حالی که افزایش فاصله کاشت با افزایش چگالی و هم کشیدگی چوب همراه بود. چگالی و هم کشیدگی مماسی و شعاعی با افزایش ارتفاع نمونه گیری کاهش یافتند در حالی که هم کشیدگی طولی افزایش داشت. تغییرات چگالی و هم کشیدگی از مغز به پوست در ارتفاع برابر سینه درخت کاهشی بود، در حالی که در ۲۵ درصد و ۵۰ درصد ارتفاع درخت این روند برای چگالی چوب بر عکس می شد. بررسی آماری نشان داد هم کشیدگی چوب در بین تیمارها و یا در ارتفاعات مختلف درخت تحت تأثیر تغییرات چگالی است در حالی که در محور شعاعی نمی تواند تنها عامل تأثیرگذار بر روی تغییرات هم کشیدگی باشد.

واژه های کلیدی: *Populus nigra*، چگالی، هم کشیدگی، یونجه، فاصله کاشت، محور شعاعی و طولی درخت.

## مقدمه

در راستای کاهش وابستگی صنایع چوب کشور به منابع جنگلی، کاشت درختان تندرشد راهکار مناسبی خواهد بود. در این میان صنوبرها با توجه به ویژگی‌های خاصی که دارند امکان کاشت در بیشتر نقاط کشور را داشته و می‌توانند بخش عمده‌ای از چوب صنایع وابسته را فراهم کنند [۴]. اما ویژگی صنوبرکاری با وضعیت موجود به سبب دیر بازده بودن آن نسبت به گیاهان زراعی و علوفه‌ای، مانع گسترش این فعالیت ارزشمند شده است [۲].

کاشت درختان چوب‌ده همراه با گیاهان زراعی پیشینه به نسبت طولانی در کشورهای توسعه یافته داشته و باعث تشویق کشاورزان به کاشت درختان چوب‌ده می‌شود و به کشت تلفیقی معروف است [۳]. در این روش کشاورز تمایل به افزایش فاصله کاشت بین درختان و در نتیجه افزایش عملکرد تولید گیاه زراعی دارد، بنابراین کاشت گیاه زراعی و از سویی افزایش فاصله کاشت بین درختان دو مولفه مهم در کشت تلفیقی است که بررسی اثرگذاری‌های متقابل آنها بر روی رشد یکدیگر و همچنین بر روی ویژگی‌های چوب مهم است. از میان گیاهانی که برای کشت تلفیقی استفاده می‌شود یونجه چند ساله به دلیل بی‌نیازی به شخم زدن و بذریاشی سالانه، رواج بیشتری دارد [۴]. یونجه به عنوان یکی از اعضای خانواده نیام‌داران توانایی تثبیت سالانه ۲۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را دارد [۲۲]، که باعث تقویت خاک و اضافه شدن عنصر حیاتی نیتروژن برای رشد گیاهان به خاک می‌شود [۲۰] در این تحقیق گیاه زراعی استفاده شده یونجه چند ساله بود. هدف اصلی تیمارهای جنگلداری افزایش رشد قطری و ارتفاعی درختان است [۷]، که می‌تواند باعث تغییر ویژگی‌های چوب شود [۲۲]. در تحقیقی استفاده از گونه *Albizia* به عنوان گیاه همراه تثبیت کننده نیتروژن باعث ۳۷٪ افزایش رشد درختان *Eucalyptus saligna* شد [۸]، همچنین افزایش فاصله بین درختان باعث کمتر شدن رقابت بین آنها شده در نتیجه رشد درخت افزایش می‌یابد [۲۷]. در تحقیق پیشین که در زمینه بررسی

میزان رویش درختان صنوبر استفاده شده در این بررسی بود، به خوبی اثرگذاری مثبت کاشت یونجه و افزایش فاصله کاشت بر روی متوسط رویش سالانه درختان را نشان داد [۱۰]. بنابراین با توجه به تغییر ویژگی‌های رویشی درختان تحت تأثیر تیمارهای نظام جنگل - زراعی تصور می‌شود ویژگی‌های چوب از جمله ویژگی‌های فیزیکی، تحت تأثیر قرار گیرند، بنابراین در این تحقیق ویژگی‌های فیزیکی چوب مانند جرم ویژه و هم‌کشیدگی در بین تیمارهای مختلف شامل کاشت یونجه و افزایش فاصله کاشت در ارتباط با فاصله از مغز و همچنین در ارتفاع‌های مختلف درخت اندازه‌گیری شد.

## مواد و روش‌ها

### ویژگی رویشگاه

برای اجرای این تحقیق، درختان صنوبر کاشته شده در مجتمع تحقیقاتی البرز در قالب طرح تحقیقاتی انجام شده توسط موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور گزینش شدند (عرض جغرافیایی ۴۸° ۳۵'، طول جغرافیایی ۵۴° ۵۰'، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۰۰ متر). خاک ایستگاه از رسوبات آبرفتی شنی - رسی با عمق ۶۰ سانتیمتر تشکیل شده و اسیدیته (pH) خاک آن برابر ۸ می‌باشد. میانگین بارندگی و دمای سالانه نیز به ترتیب ۲۳۰ میلی‌متر و ۱۳/۷ درجه سلسیوس بودند. درختان این رویشگاه از کلن صنوبر *Populus nigra betulifolia* می‌باشد. نهال‌های این درختان در قالب یک طرح آزمایشی بلوک‌های کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و ۵ تیمار و در مجموع ۱۵ پلات با ابعاد ۳۰ در ۴۰ متر در اسفند ۱۳۷۷ کاشته شده‌اند. این تیمارها شامل فاصله‌های کاشت درختان صنوبر با ابعاد ۳×۴، ۳×۶/۷، ۳×۸، و ۳×۱۰ متر با یونجه به همراه دو تیمار شاهد یونجه خالص و صنوبر خالص (۳×۴ متر) بود (جدول ۱). با توجه به هدف‌های این تحقیق تیمار شاهد یونجه خالص در حیطه آزمایش و بررسی‌های این تحقیق قرار نداشت. برای اجرای این تحقیق از هر تیمار ۳ درخت در تابستان سال ۱۳۸۷ قطع شد.

جدول ۱- مشخصات تیمارهای مختلف کشت تلفیقی صنوبر و یونجه

ردیف	تیمارها	شمار درختان در پلات	شمار درخت در هکتار	مساحت هر پلات به متر مربع	مساحت زیر کشت یونجه به متر مربع
۱	۳×۴ متر با یونجه	۱۲۱	۸۳۳	۱۲۰۰	۹۰۰
۲	۳×۶/۷ متر با یونجه	۷۷	۵۰۰	۱۲۰۰	۱۰۱۸/۸
۳	۳×۸ متر با یونجه	۶۶	۴۱۶	۱۲۰۰	۱۰۵۰
۴	۳×۱۰ متر با یونجه	۵۵	۳۳۳	۱۲۰۰	۱۰۸۰
۵	۳×۴ متر صنوبر خالص	۱۲۱	۸۳۳	۱۲۰۰	-

### اندازه‌گیری چگالی

اینکه همه حجم نمونه به زیر سطح آب رفته و از اشباع شدن آنها با آب اطمینان حاصل شد. پس از آن ابعاد اشباع از آب نمونه‌ها با خط کش دوبازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. پس از این مرحله نمونه‌ها تا رسیدن به رطوبت صفر درصد در درون آن با دمای  $10.3 \pm 2$  درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از رسیدن به رطوبت دلخواه نمونه‌ها در نایلکس قرار گرفته و آماده توزین و اندازه‌گیری شدند. پس از اندازه‌گیری ابعاد اشباع، وزن و ابعاد خشک با استفاده از روابط ۱ و ۲ به ترتیب چگالی پایه و هم‌کشیدگی محاسبه شد.

$$D_B = \frac{M_{o.d}}{V_S} \quad \text{رابطه-۱}$$

$$\% \beta = \frac{D_S - D_{o.d}}{D_S} \quad \text{رابطه-۲}$$

$D_B$  = چگالی پایه

$M_{o.d}$  = وزن خشک اجاقی (اتوو)

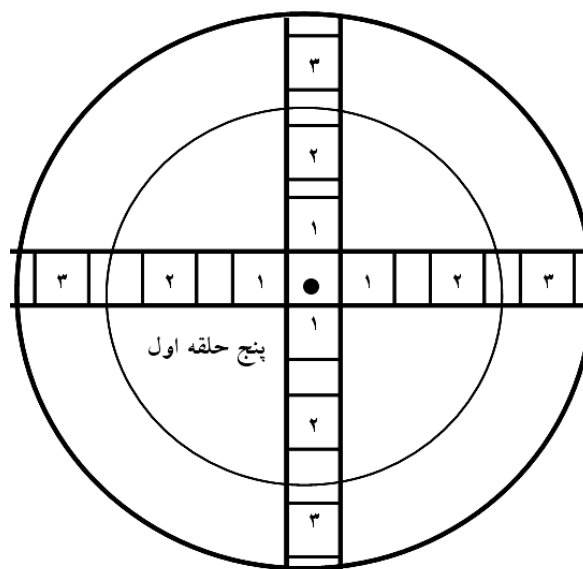
$V_S$  = حجم کاملاً واكشیده یا اشباع

$\% \beta$  = درصد هم‌کشیدگی

$D_S$  = ابعاد اشباع با آب

$D_{o.d}$  = ابعاد به طور کامل خشک اجاقی (اتوو)

پس از قطع درختان برش (دیسک)‌هایی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر از ارتفاع برابر سینه (۱/۳ متر از سطح زمین)، ۲۵ درصد و ۵۰ درصد ارتفاع کل درخت تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. برای اندازه‌گیری چگالی در این بررسی روش متداول و برابر با استاندارد ISO 3131 عمل شد. نمونه‌های تعیین چگالی دارای ابعاد اسمی  $20 \times 20 \times 20$  میلی‌متر بوده و محورهای ارتوتروپیک و هندسی در آنها به طور کامل برهم منطبق بود. روش نمونه‌گیری نیز به این شکل بود که از مغز به طرف پوست با توجه به قطر برش بیشینه ۳ موقعیت نمونه تعریف شد. نمونه‌ی شماره ۱ نزدیک‌ترین نمونه به مغز و نمونه‌ی شماره ۳ دورترین نمونه از مغز و نزدیک پوست بود. نمونه شماره ۲ نیز از بین دو نمونه بالا تهیه شد. در تیمارهای  $3 \times 4$  متر با یونجه و بدون یونجه و همچنین در ارتفاع‌های ۲۵ درصد و ۵۰ درصد درختان به دلیل کاهش قطر امکان تهیه ۳ موقعیت نمونه وجود نداشته و تنها در ۲ یا ۱ موقعیت، نمونه‌گیری‌ها به عمل آمد. برای نمونه‌گیری از روش صلیبی استفاده شد (شکل ۱). در هر جهت برای هر موقعیت نمونه دست کم پنج تکرار وجود داشت که در این بررسی تنها میانگین هر موقعیت نمونه آورده شده است. نمونه‌ها برای تعیین چگالی پایه و هم‌کشیدگی به مدت یک هفته در آب غوطه‌ور شدند و سپس در دیسیکاتور خلاء تحت شرایط خلاء/فشار قرار گرفتند تا



شکل ۱- حالت شماتیک تهیه نمونه‌های تعیین چگالی

تحت تأثیر کاشت یونجه قرار نداشت، اما در محورهای طولی و شعاعی درخت در سطح ۱ درصد آماری متفاوت بود. با قرار دادن چگالی به عنوان متغیر همراه و خنثی کردن اثر آن بر روی نتایج دیده شد، همچنان اثر ارتفاع و فاصله از مغز بر روی هم‌کشیدگی طولی معنی‌دار بوده و چگالی اثری بر روی تغییرات آن نخواهد داشت (جدول ۲). هم‌کشیدگی شعاعی ( $\beta_R$ ) نیز تحت تأثیر کاشت یونجه قرار نداشت اما در محورهای طولی و شعاعی درخت به طور معنی‌دار تغییر می‌کرد. اثر چگالی بر روی هم‌کشیدگی شعاعی بر خلاف هم‌کشیدگی طولی در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده و ملاحظه می‌شود با قرار دادن آن به عنوان متغیر همراه تغییرات هم‌کشیدگی شعاعی در محور طولی درخت معنی‌دار نخواهد بود در حالی که تغییرات آن در محور شعاعی همچنان معنی‌دار است (جدول ۲). هم‌کشیدگی مماسی ( $\beta_T$ ) بر خلاف هم‌کشیدگی طولی و شعاعی در سطح ۱۰ درصد تحت تأثیر کاشت یونجه قرار داشت و تغییرات آن در محورهای طولی و شعاعی درخت نیز به طور کامل معنی‌دار بود. با خنثی نمودن اثر متغیر همراه که اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر روی این ویژگی داشت، ملاحظه شد اثر ارتفاع و کاشت یونجه بر روی هم‌کشیدگی مماسی دیگر معنی‌دار نخواهد بود در حالی که تغییرات آن در محور

## تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی اثرگذاری های متقابل کاشت یونجه و افزایش فاصله کاشت، ارتفاع درخت و فاصله از مغز بر روی چگالی و هم‌کشیدگی چوب از تجزیه واریانس دو طرفه استفاده شد. در ادامه نیز برای بررسی اثر چگالی بر روی هم‌کشیدگی چوب در محورهای شعاعی و طولی درخت و تحت تأثیر تیمارهای نظام جنگل- زراعی، چگالی چوب به عنوان متغیر همراه (کواریت) در نظر گرفته شده و اثرگذاری آن برای عامل های اندازه‌گیری شده حذف شد.

## نتایج

### بررسی اثر کاشت یونجه

نتایج نشان داد کاشت یونجه اثر معنی‌داری بر روی تغییرات چگالی ( $D_B$ ) چوب در سطح ۵٪ دارد. تغییرات چگالی در محورهای طولی و شعاعی درخت نیز به ترتیب در سطح ۱ درصد و ۱۰ درصد آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). اثرگذاری های متقابل منابع تغییرات شامل اثر کاشت یونجه، فاصله از مغز و ارتفاع درخت بر روی چگالی معنی‌دار نبود. هم‌کشیدگی چوب ( $\beta$ ) در بین تیمارها و در محورهای طولی و شعاعی درخت تغییرات معنی‌داری داشت. هم‌کشیدگی طولی ( $\beta_L$ ) با وجود اینکه

یونجه و بدون یونجه نمایش داده شده است. کاشت یونجه باعث کاهش میانگین چگالی و هم‌کشیدگی شد. روند تغییرات چگالی و هم‌کشیدگی در ارتفاع برابر سینه از مغز به پوست کاهشی بود.

تغییرات چگالی و هم‌کشیدگی در محورهای شعاعی و طولی درختان تیمار ۳×۴ متر با یونجه در نمودارهای شکل ۳ نشان می‌دهد با افزایش ارتفاع از میزان چگالی و هم‌کشیدگی حجمی کاسته می‌شود. در حالی که بر میزان هم‌کشیدگی طولی اضافه می‌شود. در ارتفاع ۲۵ درصد درخت بیشتر بودن چگالی در موقعیت نمونه شماره ۲ نسبت به شماره ۱ بر خلاف الگوی دیده شده در حد برابر سینه بود. موارد گفته شده برای تیمار ۳×۴ متر بدون یونجه نیز درست بود.

شعاعی درخت همچنان معنی‌دار است. هم‌کشیدگی حجمی ( $\beta_V$ ) نیز در سطح ۱۰ درصد اختلاف معنی‌داری در بین دو تیمار با یونجه و بدون یونجه و در سطح ۱ درصد در محورهای شعاعی و طولی درخت داشت، اما با حذف اثر چگالی این اختلاف‌ها همانند هم‌کشیدگی شعاعی و مماسی تنها در محور شعاعی معنی‌دار باقی ماند. اثرگذاری‌های متقابل منابع تغییرات بر روی هم‌کشیدگی و چگالی در سطح اعتماد بالاتر از ۹۰ درصد در هیچ حالتی معنی‌دار نبود، بنابراین نتایج این بخش در جدول گزارش نشد.

در نمودارهای موجود در شکل ۲ اختلاف میانگین چگالی و هم‌کشیدگی حجمی در ارتفاع برابر سینه و در دو موقعیت مختلف از مغز به پوست در تیمارهای ۳×۴ متر با

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تغییرات چگالی و هم‌کشیدگی چوب تحت تأثیر کاشت یونجه و محورهای طولی و شعاعی درخت

سطح معنی‌داری (Sig.)									
$\beta_V^*$	$\beta_V$	$\beta_T^*$	$\beta_T$	$\beta_R^*$	$\beta_R$	$\beta_L^*$	$\beta_L$	$D_B$	منبع تغییرات
S**	-	S**	-	S*	-	NS	-	-	چگالی (متغیر همراه)
NS	S	NS	S	NS	NS	NS	NS	S*	کاشت یونجه
NS	S**	NS	S**	NS	S**	S**	S**	S**	ارتفاع
S**	S**	S	S**	S**	S**	S*	S**	S	فاصله از مغز

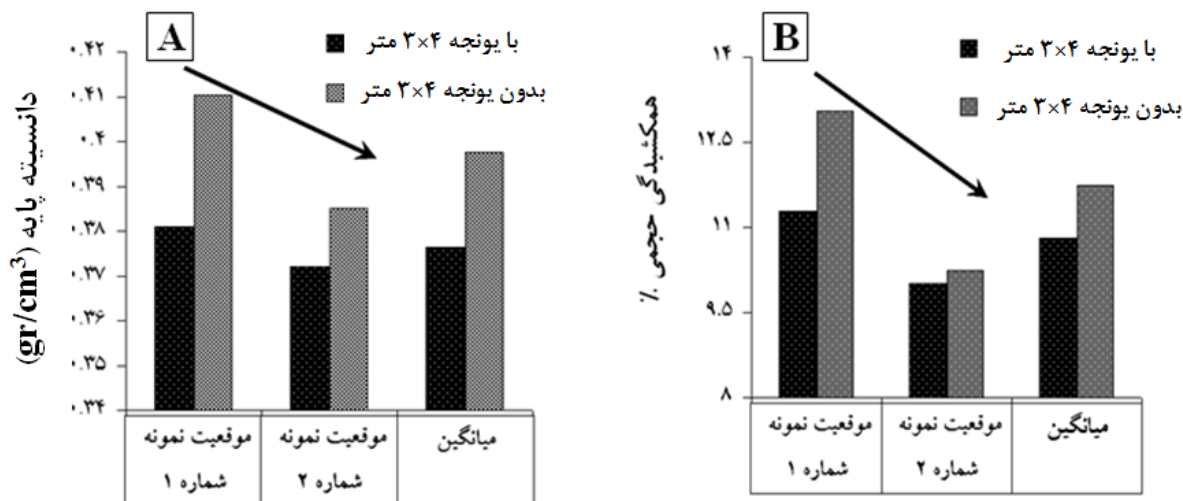
\* نتایج تجزیه واریانس با حذف اثر متغیر همراه

S\*\* معنی‌داری در سطح ۱٪

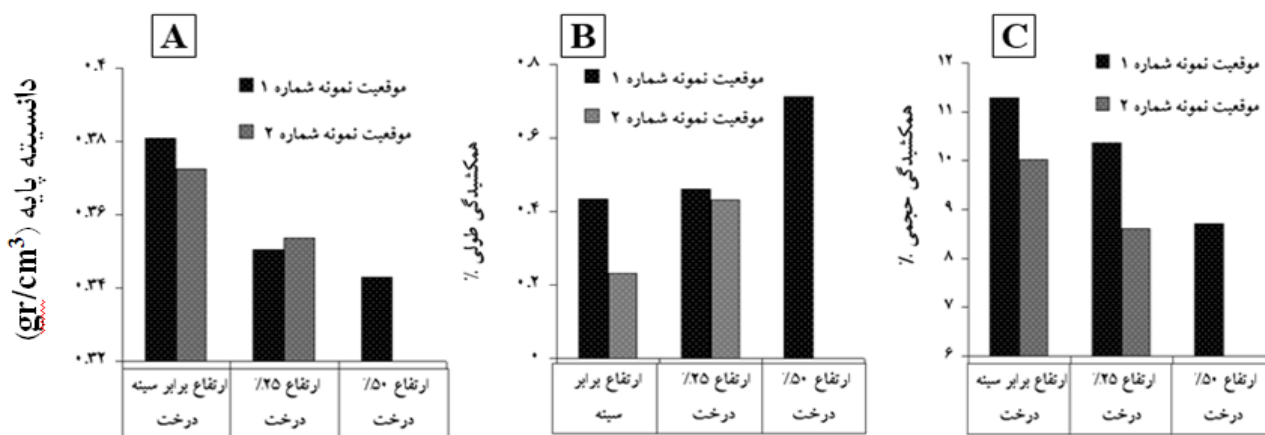
S\* معنی‌داری در سطح ۵٪

S معنی‌داری در سطح ۱۰٪

NS نبود معنی‌داری در سطح اعتماد بالاتر از ۹۰٪



شکل ۲- تغییرات چگالی و هم‌کشیدگی حجمی در بین تیمارهای با یونجه و بدون یونجه ۳×۴ متر



شکل ۳- تغییرات خواص فیزیکی در محورهای شعاعی و طولی درختان ۳×۴ متر با یونجه

شعاعی ( $B_R$ ) کاملاً معنی‌دار بود. تفاوت هم‌کشیدگی شعاعی در بین فواصل کاشت مختلف و همچنین در محورهای طولی درخت با حذف اثر چگالی بی‌معنی شد در حالی که در محور شعاعی همچنان تفاوت معنی‌دار وجود داشت. معنی‌داری هم‌کشیدگی مماسی نیز با متغیر همراه قرار دادن چگالی در بین فواصل کاشت مختلف به سطح ۱۰ درصد افزایش یافته و در محور طولی درخت نیز غیر معنی‌دار می‌شد. هم‌کشیدگی حجمی چوب در بین تیمارها و محورهای شعاعی و طولی درخت تغییراتی همانند با هم‌کشیدگی مماسی داشت. اثرگذاری‌های متقابل فاصله کاشت و ارتفاع درخت با حذف اثر متغیر

### اثرگذاری افزایش فاصله کاشت

با توجه به نتایج جدول ۳ ملاحظه می‌شود افزایش فاصله کاشت و محورهای شعاعی و طولی درخت تأثیر معنی‌داری بر روی تغییرات چگالی ( $D_B$ ) دارد. هم‌کشیدگی طولی ( $B_L$ ) با آنکه تحت تأثیر فاصله کاشت قرار نداشت اما با افزایش ارتفاع درخت و همچنین در محور شعاعی به طور معنی‌داری تغییر می‌کرد. هم‌کشیدگی شعاعی و مماسی به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد با افزایش فاصله کاشت و همچنین در سطح ۱ درصد در محورهای شعاعی و طولی درخت متفاوت بودند. اثر چگالی چوب بر روی هم‌کشیدگی مماسی ( $B_T$ ) و

نتایج بررسی اثرات متقابل می‌توان متوجه شد هم‌کشیدگی شعاعی به شدت تحت تأثیر عامل دیگری به غیر از اثر چگالی می‌باشد. به طوری که با حذف اثر چگالی اثرات متقابل معنی‌داری بیشتری نشان می‌دهند. اثر متقابل تمام منابع تغییرات به صورت توأم تأثیری بر روی هیچ کدام از شاخص‌های اندازه‌گیری شده نداشت. بنابراین نتایج آن در جدول گزارش نشد.

همراه، تنها هم‌کشیدگی شعاعی را تحت تأثیر قرار داد. اثر متقابل فاصله کاشت و فاصله از مغز نیز بر روی هم‌کشیدگی شعاعی در سطح ۵ درصد و با حذف اثر چگالی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل فاصله از مغز و ارتفاع درخت نیز تنها بر روی هم‌کشیدگی شعاعی و حجمی و بعد از حذف اثر چگالی، تنها بر روی هم‌کشیدگی شعاعی معنی‌دار بود. در واقع با توجه به

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تغییرات دانسیته و هم‌کشیدگی چوب تحت تأثیر فاصله کاشت و محورهای شعاعی و طولی درخت

سطح معنی‌داری (Sig.)									منبع تغییرات
$\beta_V^*$	$\beta_V$	$\beta_T^*$	$\beta_T$	$\beta_R^*$	$\beta_R$	$\beta_L^*$	$\beta_L$	$D_B$	
S**	-	S**	-	S**	-	S*	-	-	چگالی (متغیر همراه)
S	S**	S	S**	NS	S*	NS	NS	S**	فاصله کاشت
NS	S**	NS	S**	NS	S**	S*	S**	S**	ارتفاع
S**	S**	S**	S**	S**	S**	S*	S**	S**	فاصله از مغز
S**	S	S*	S	S	NS	NS	NS	NS	فاصله کاشت × ارتفاع درخت
S	NS	NS	NS	S**	S*	NS	NS	NS	فاصله کاشت × فاصله از مغز
NS	S*	NS	NS	S**	S**	NS	NS	NS	فاصله از مغز × ارتفاع درخت

\* نتایج تجزیه واریانس با حذف اثر متغیر همراه

S\*\* معنی‌داری در سطح ۱٪

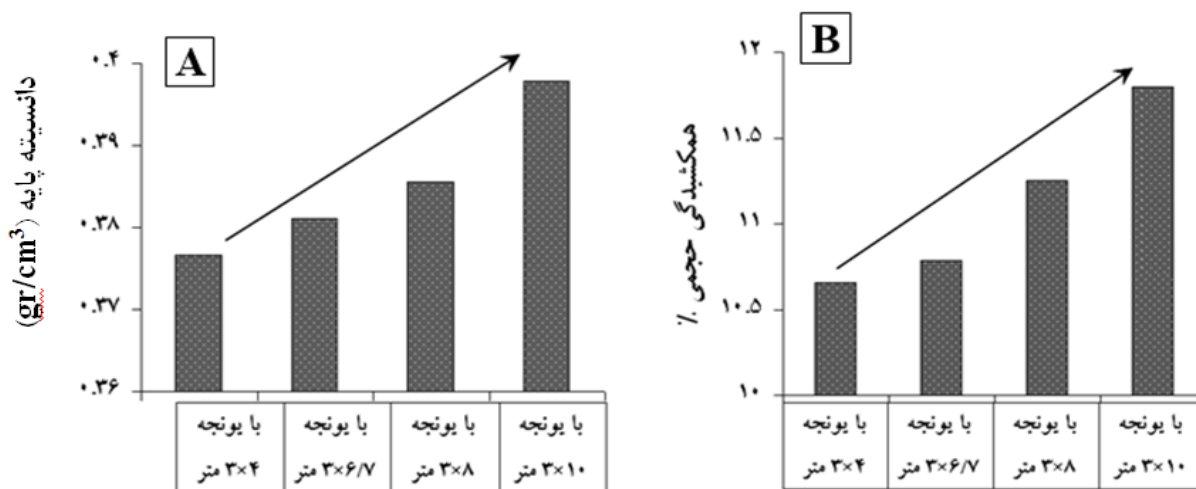
S\* معنی‌داری در سطح ۵٪

S معنی‌داری در سطح ۱۰٪

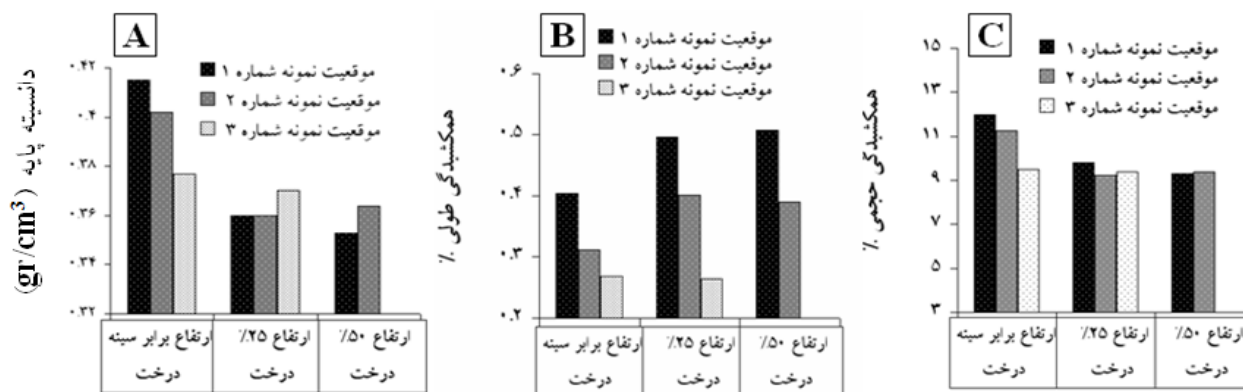
NS نبود معنی‌داری در سطح اعتماد بالاتر از ۹۰٪

درصد و ۵۰ درصد درخت بر عکس بوده و یا دست کم روند کاهشی چگالی قابل دیده نیست (شکل ۵-A). تغییرات هم‌کشیدگی طولی نیز از مغز به پوست روند کاهشی داشت، اما دیده شد در محور طولی درخت مقداری افزایش دارد (شکل ۵-B). اما هم‌کشیدگی حجمی از مغز به پوست و در راستای طول درخت کاهش داشت (شکل ۵-C). الگوی تغییرات دیده شده در همه تیمارهای شامل افزایش فاصله کاشت کم و بیش ثابت بود و تفاوت اندکی داشت.

همان‌طور که نمودارهای شکل ۴ نشان می‌دهد در ارتفاع برابر سینه با افزایش فاصله کاشت چگالی (شکل ۴-A) و هم‌کشیدگی حجمی (شکل ۴-B) افزایش یافته است. تغییرات همانند در دیگر ارتفاعات درخت نیز مشاهده شد. روند تغییرات چگالی، هم‌کشیدگی طولی و هم‌کشیدگی حجمی در تیمار ۱۰×۳ متر با یونجه در محورهای شعاعی و طولی در نمودارهای شکل ۵ نشان می‌دهد، چگالی در ارتفاع برابر سینه از مغز به پوست روند کاهشی دارد در حالی که این روند در ارتفاع‌های ۲۵



شکل ۴- تغییرات چگالی و هم‌کشیدگی حجمی در بین تیمارهای با یونجه در فواصل کاشت مختلف



شکل ۵- تغییرات ویژگی‌های فیزیکی در محورهای شعاعی و طولی درختان ۳×۱۰ متر با یونجه

شرایط رویشگاه روی ویژگی‌های چوب گونه *Cereus peruvianus* به اثر مثبت نیتروژن بر روی مساحت حفره آوند اشاره شده است [۱]، که بر روی چگالی چوب اثر منفی خواهد داشت. قابل یادآوری است در تحقیقات دیگری بر روی درختان مورد بررسی در این تحقیق فاصله کاشت و کشت گیاه یونجه تأثیر بسزایی بر روی ویژگی‌های آوندها و همچنین نفوذپذیری چوب داشت [۱۲ و ۲۱] به گونه‌ای که کاشت یونجه باعث افزایش مساحت حفره و قطر آوندها شده و نفوذپذیری چوب را افزایش داد که با کاهش چگالی در این تیمار هم‌خوانی

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد چگالی و هم‌کشیدگی چوب با کاشت یونجه کاهش و با افزایش فاصله کاشت افزایش یافتند. پیش از این پژوهشگران دیگر نیز در بررسی اثر تیمارهای جنگلداری بر روی چگالی چوب به کاهش دانسیته با کوددهی مستقیم نیتروژنی در گونه *P. deltoides* [۶] و *Eucalyptus globules* [۱۹] اشاره کرده بودند. کاهش چگالی بر اثر افزایش نیتروژن خاک ممکن است به تغییر ویژگی‌های ساختاری یا تشریحی چوب مربوط شود، چنانچه در تحقیقی به منظور بررسی



بر روی تغییرات چگالی و هم‌کشیدگی گونه صنوبر هم‌خوانی داشت [۱۵]. علاوه بر کاهش چگالی با افزایش ارتفاع روند تغییرات آن نیز از مغز به پوست تغییر نموده و بر خلاف ارتفاع برابر سینه روندی افزایشی داشت. از دلایل این موضوع می‌توان به بیشتر بودن درصد مواد استخراجی در قسمت پایین و مرکز ساقه درخت اشاره نمود که با افزایش ارتفاع از میزان آن کاسته می‌شود [۱۵]. هم‌کشیدگی مماسی، شعاعی و حجمی نیز در این تحقیق از الگوی تغییرات چگالی پیروی نموده و از مغز به پوست و از پایین به بالای درخت کاهش یافت. البته هم‌کشیدگی طولی در محور طولی درخت افزایش داشت که دلیل آن شاید در اثر عواملی باشد که باعث انحراف بیشتر زوایای میکروفیبریلی می‌شود.

در تحقیقات صورت گرفته بر روی گونه‌های دیگری از صنوبر روند تغییرات چگالی از مغز به پوست افزایشی و روند تغییرات هم‌کشیدگی برعکس آن بوده است [۱۱ و ۱۵]، بنابراین در این تحقیق به منظور بررسی دقیق‌تر روابط بین چگالی و هم‌کشیدگی، با حذف اثر چگالی بر روی هم‌کشیدگی چوب مشخص شد تغییرات هم‌کشیدگی در بین تیمارها و در ارتفاعات مختلف درخت تحت تأثیر اختلاف‌ها در چگالی می‌باشد که این نتیجه با توجه به پیروی هم‌کشیدگی با ماده چوبی قابل تورم و ارتباط مستقیم با آن منطقی می‌باشد [۱۳]. اما در محور شعاعی درخت هم‌کشیدگی چوب پس از حذف اثر چگالی همچنان معنی‌دار بوده که نشان‌دهنده وجود عوامل تأثیرگذار دیگری بر روی هم‌کشیدگی، در محور شعاعی درخت است. در زمینه این موضوع می‌توان گفت، با توجه به اینکه سن جوانی در گونه‌های مختلف صنوبر ۱۰-۱۳ سال اعلام شده است [۱۰ و ۱۶]، بنابراین درختان مورد استفاده در این تحقیق که ۱۰ ساله بودند به طور کامل در دوره جوانی قرار داشتند. از ویژگی‌های جوان چوب الیاف کوتاه، زوایای میکروفیبریلی زیاد و ترکیبات شیمیایی بی شکل (آمورف) و آب دوست بیشتر است که باعث خواهد شد جوان چوب در تبادل رطوبتی با محیط تغییر ابعاد شدیدتری بدون توجه به تغییرات چگالی داشته باشد [۱۷ و ۲۴] بنابراین در جوان چوب لزوماً

مناسبی دارد. از طرف دیگر افزایش فاصله کاشت نیز با کاهش مساحت حفره آوند همراه بود که می‌تواند افزایش چگالی با افزایش فاصله کاشت را توجیه نماید. با توجه به اثر مثبت و قابل توجه کاشت یونجه بر روی رویش درختان صنوبر و میزان رویه‌زمینی\* [۱۰] کاهش جزئی چگالی نمی‌تواند باعث کاهش میزان وزنی تولید در تیمار با یونجه شود. در مورد افزایش چگالی با افزایش فاصله کاشت نتایج تحقیقات صورت گرفته متناقض می‌باشند، در مورد اثر فاصله کاشت بر روی چگالی چوب در پهن‌برگان به ویژه پراکنده‌آوندها استثناء‌های زیادی در این مورد وجود داشته و نمی‌توان یک روند کلی را بیان نمود [۲۵]. در این تحقیق افزایش فاصله کاشت باعث افزایش چگالی شده بود که با نتایج تحقیق دیگری بر روی گونه صنوبر دلتوئیدس در داخل کشور هم‌خوانی داشت [۱۴]. با توجه به کاهش شدید رویه‌زمینی با افزایش فاصله کاشت که بر اثر کاهش شمار درختان در واحد سطح است [۱۰] تصور نمی‌شود چگالی بالاتر بر اثر افزایش فاصله کاشت، کاهش رویه‌زمینی را جبران کند، بنابراین در نظام‌های جنگل-زراعی افزایش فاصله کاشت باعث کاهش میزان وزنی تولید چوب خواهد شد که در صنایع خمیر و کاغذ مهم است. اما اگر هدف مدیریتی دستیابی سریع به درختانی با قطر تجاری مناسب برای صنایع تبدیل مکانیکی است، افزایش فاصله کاشت اشکالی از لحاظ چگالی چوب بوجود نخواهد آورد.

در این بررسی چگالی از مغز به پوست در ارتفاع برابر سینه روند کاهشی داشت که با نتایج برخی دیگر از پژوهشگران بر روی سایر گونه‌های صنوبر هم‌خوانی داشت [۹ و ۱۵]. کم بودن درصد مساحت حفره آوندها و الیاف در سال‌های اولیه [۱۲ و ۱۸] و همچنین بیشتر بودن مواد استخراجی در این بخش از تنه درخت می‌تواند از دلایل این موضوع باشد [۲۶]. با افزایش ارتفاع چگالی به طور معنی‌داری کاهش یافت. که با نتایج تحقیق دیگری

\*

(Basel area)

می‌شود، انتظار می‌رود با خنثی نمودن اثر چگالی اثرگذاری‌های متقابل نیز معنی‌دار نباشند در حالی که با این عمل سطح معنی‌داری افزایش یافت. تغییراتی مانند پهنای دایره‌های رویشی، ویژگی‌های ساختاری و ترکیبات شیمیایی اثری غیر هم‌سو با چگالی بر روی هم‌کشیدگی دارند [۱۷] به نحوی که با حذف نمودن اثر چگالی بیشتر تأثیر خود را نشان خواهند داد.

### قدردانی

بدین وسیله از همکاری موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور برای قطع و استحصال درختان نهایت سپاسگزاری را می‌نمائیم. این تحقیق با حمایت مالی قطب علمی مدیریت کاربردی گونه‌های تند رشد چوبی انجام گرفته است.

ارتباط معنی‌داری بین چگالی و هم‌کشیدگی چوب تصور نمی‌شود. اما نکته مهم دیگر عدم ارتباط هم‌کشیدگی طولی در محورهای شعاعی و طولی درخت با چگالی چوب و افزایش آن با ارتفاع درخت می‌باشد. هم‌کشیدگی طولی چوب به طور معمولی میزان خیلی کمی داشته و زیر ۱٪ است و به شدت تحت تأثیر زاویه میکروفیبریلی است [۱۲]. پژوهشگران پیش از این به افزایش زاویه میکروفیبریلی با افزایش ارتفاع نمونه‌گیری اشاره نموده‌اند [۱۵]. بررسی اثرگذاری‌های متقابل منابع تغییرات بر روی درختان فواصل کاشت مختلف و حذف اثر متغییر همراه نشان داد هم‌کشیدگی شعاعی به شدت تحت تأثیر تغییر عامل دیگری بر خلاف اثر چگالی در بین تیمارها و یا در محورهای شعاعی و طولی درخت می‌باشد. در واقع هنگامی افزایش فاصله کاشت و یا افزایش ارتفاع باعث کاهش چگالی و به تبع کاهش هم‌کشیدگی چوب

### منابع

- 1- Arnold, D. H. & J.D. Mauseth. 1999. Effect of environment factors on development of wood. *American Journal of Botany* 86(3): 367-371.
- 2- Asadi, F. 1994. Investigation of economic-society reasons on decline area cultivated of Poplar in marginal of Zanzan-rood River. M.Sc thesis. Natural Resources College, University of Tehran. 109 pp.
- 3- Asadi, F., Calagari, M., Ghasemi, R., & Bagheri, R. 2005. Investigation of spacing effect on production of poplar and alfalfa in intercropping. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* vol. 12 No 4: 455-480.
- 4- Bagheri, R., Ghasemi, R., & Pourseied- Lazarjani, S. H. 1999. Poplar farming (Cultivation, maintenance, harvesting). *Forests and Rangelands Organization*. 62 pp.
- 5- Beaudoin, M., Roger, E.H., Koubaa, A. & Poliquin, J., 1992. Interclonal, intraclonal and within-tree Hernández variation in wood density of poplar hybrid clones. *Wood and Fiber Science* 24 (2), 147-153.
- 6- Blankenhorn, R. P., Bowersox, T.W., Strauss, C.H., Kessler, K.R., Stover, L.R., Kilmer, W.R., & Dicola, M.L., 1992. Effect of management strategy and site on specific gravity of a *Populus* hybrid clone. *Wood and Fiber Science* 24(3), 274-279.
- 7- Chen, P.Y.S., G. Zhang & J.W. Van Sambeek. 1998. Relationships among growth rate, vessel lumen area, and wood permeability for three central hardwood species. *For. Prod. J.* 48 (3): 87-90.
- 8- DeBell, D.S., C. R. Keyes & B. L. Gartner. 2002a. Wood density of *Eucalyptus saligna* grown in Hawaiian plantations: effects of silvicultural practices and relation to growth rate. *Australian Forestry* Vol. 64, No. 2, 106-110.
- 9- Dounget, M. 2005. Environment and genetic effects on wood quality of *Populus*. PhD Thesis. NCS University. Department of wood and paper science. USA.
- 10- Efhami, D., Asadi, F., Karimi, A. & Pourthamasi, K. 2008. Study on the Initial Spacing and Intercropping of Alfalfa on Bole Form and Annual Growth Rate of *Populus nigra betulifolia*. The

- 1<sup>st</sup> Iranian conference on supplying raw materials and development of wood and paper industries, Agriculture and Natural Resources University of Gorgan, Iran.
- 11- Efhami, D. & Saraeyan, A.R. 2009. Evaluation of Anatomical and Physical Properties of Juvenile/Mature Wood of *Populus alba* and *Populus × euramericana*. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. Vol. 24, No. (1). pp: 138-151.
- 12- Efhami, D., karimi, A., Pourtahmasi, K., Tagheyari, H. R., Asadi, F. 2010. The Effects of Agroforestry Practices on Vessel Properties in *Populus nigra* var. *betulifolia*. IAWA J. 31(4), 481-487.
- 13- Enayatei, A.A. 2007. Wood physics. Tehran university press. 293 pp.
- 14- Hosseinzadeh, A., Toghraei, N., Sheikholeslami, A., Sadraei, N., Golbabaei, A. & Hemmati, A. 1998. Effect of spacing on wood properties and yield of two *Populus deltoides* clone in Safrabasteh (Gilan). Iranian Journal of Pajouhesh and Sazandegi in natural resources. Vol 38. No (1): 40-46.
- 15- Karki, T. 2001. Variation of wood density and shrinkage in European aspen, Holz (59) 13-25.
- 16- Matyas, C. & Peszlen, I., 1997. Effect of age on selected wood quality traits on poplar clones. Silvae-Genetica. 46(2-3), 64-72.
- 17- Panshin, A.J. & Dezeeuw, C. 1980. Text book of wood technology, 4<sup>th</sup> edition, Mc Graw Hill, New York, 722 pp.
- 18- Peszlen, I., 1994. Influence of age on selected anatomical properties of *Populus* clones. IAWA Journal, 15(3), 311-321.
- 19- Raymond, C.A. & Muneri, A. 2000. Effect of fertilizer on wood properties of Eucalyptus globules. Can. J. Forest Res. 30, 136-144.
- 20- Saarsalmi, A., Kukkola, M., Moilanen, M. & Arola, M. 2006. Long-term effects of ash and N fertilization on stand growth, tree nutrient status and soil chemistry in a Scots pine stand. For. Ecol. Manage. 235: 116-128.
- 21- Tagheyari, H. R., Efhami, D., karimi, A., Pourtahmasi, K., 2011. Study on the Effect of Initial Spacing on Gas Permeability of *Populus nigra betulifolia*. Journal of Tropical Forest Science. 23(3), In Press.
- 22- Tisdal L. S., & Nelson L. W. 1974. Soil Fertility & Fertilizers. Third edition. Collier Macmillan. 402 pp.
- 23- Tsoumis, G. 1969. Wood As Raw Material. Pergamon press. New York, London. 123-138.
- 24- Zobel, B.J. & J. R. Spargue. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer-Verlag, New York. 300 pp.
- 25- Zobel, B. 1992. Silvicultural effect on wood properties. IPEF International, Piracicaba (2): 31-38.
- 26- Zobel, B.J., van Buijtenen, J.P., 1989. Wood variation: its causes and control. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag. 363 pp.
- 27- Wodzicki, T.J., 2001. Natural factors affecting wood structure. Wood Sci Tech, 35: 5-26.

## The Effects of Agroforestry Practices on Physical Properties in of Populus Wood in Radial and Longitudinal Axes

D. Eghami SiSi<sup>\*1</sup>, A. N. Karimi<sup>2</sup>, K. Pourtahmasi<sup>3</sup>, F. Asadi<sup>4</sup> and M. Mohamadzadeh<sup>5</sup>

### Abstract

The effects of intercropping with alfalfa as well as initial tree spacing on physical variations of *Populus nigra betulifolia* wood in radial and longitudinal axes are reported. Material was harvested from an agroforestry trial near Karaj city, Iran. Treatments included four initial-spacings between poplar trees intercropped with alfalfa as a nitrogen-fixing plant, as well as one control treatment (without alfalfa). Intercropping with alfalfa had a negative effect on wood density and shrinkage, but increasing initial spacing had a positive effect on them. Wood density, radial and tangential shrinkage decreased in longitudinal axis from bottom to top of tree trunk, whereas longitudinal shrinkage increased. Wood density and shrinkage in radial axis and at breast height level decreased from pith to bark; by 25% and 50% of tree this pattern was inverted for wood density. Statistical analysis showed the variation of shrinkage between treatments and in longitudinal axis was followed as density variation, but in radial axis density was not only effective factor on shrinkage.

**Keywords:** *Populus nigra*, density, Shrinkage, Alfalfa, Initial spacing, Radial and longitudinal axis of tree.

---

\* Corresponding author: Email: davod.eghami@gmail.com