

# تحلیل رویش قطری در طول ساقه درخت کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) در شهرستان خرم آباد

◀ جواد سوسنی\*؛ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران  
◀ عصمت اوستاخ؛ دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۹

## چکیده

رویش درختان تحت تأثیر عوامل درونی آن‌ها و فاکتورهای مختلف بیرونی قرار دارد. در طول حیات، میزان رویش برحسب نحوه تأثیر عوامل مذکور متفاوت است. از آنجایی که روند رویش قطری در ارتفاعات مختلف ساقه دارای نوساناتی است. این پژوهش با هدف بررسی نوسانات رویش قطری گونه کاج بروسیا، در طول ساقه، انجام شده است. بدین منظور تعداد ۳۱ اصله درخت کاج بروسیا به صورت تصادفی انتخاب و قطع شد. سپس از هر درخت تعداد ۵ عدد دیسک از ارتفاعات مختلف ساقه هر درخت تهیه شد. پس از آماده‌سازی دیسک‌ها، پهنای دواير سالیانه با استفاده از نرم‌افزار COREL DRAW X5 و با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. میانگین رویش قطری درختان مورد مطالعه در هر ارتفاع و در طول ساقه، با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن بررسی شد. تحلیل واریانس داده‌ها نشان داد که میزان رویش قطری این گونه در ارتفاعات مختلف معنی‌دار است و در گروه‌بندی دانکن در یک گروه قرار نمی‌گیرند. بیشترین مقدار رویش قطر و سطح مقطع در طول ساقه به ترتیب در ۰/۷ ارتفاع درخت از بن ( $d_{0.7}$ ) و ارتفاع کنده اندازه‌گیری شد. همچنین، بر اساس بررسی منحنی‌های رویش، سن آمادگی مطلق برای این توده، ۲۰ سالگی تعیین شد.

کلمات کلیدی: کاج بروسیا، رویش قطری، طول ساقه.

## مقدمه

با توجه به رشد جمعیت کشور، نیاز به چوب و فرآورده‌های مختلف آن روز به روز افزایش می‌یابد؛ ولی به دلیل کمبود عرصه‌های جنگلی و محدودیت بهره‌برداری از آنها به دلیل ارزش‌های حفاظتی و زیست‌محیطی آن، چوب مورد نیاز جامعه را نمی‌توان از جنگل‌های طبیعی کشورمان تهیه کرد (Ghasemi, 2011). در گذشته، جنگل‌های طبیعی به‌ویژه در کشورهای گرمسیری به‌منظور تأمین نیازهای چوبی، سوختی و کاغذ مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار گرفته‌اند (Sidhu & Dhillon, 2007). یکی از راه‌های کاهش برداشت بی‌رویه چوب از جنگل‌های طبیعی می‌تواند جنگل‌کاری با گونه‌های تند رشد باشد. امروزه اهمیت جنگل‌کاری از چنان جایگاهی برخوردار شده که میزان سطح جنگل‌کاری سالیانه در هر کشوری را می‌توان معیاری برای ارزیابی مبنای توسعه‌یافتگی آن کشور تلقی کرد (Mosayeb Neghad *et al.*, 2007). یکی از گونه‌های تند رشدی که امروزه در جنگل‌کاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و پژوهش‌ها روی سازگاری آن در ایران نشان‌دهنده سازگاری موفق آن در نقاط مختلف کشور است، کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) است (Hamzhepour & Negahdar Saber, 2001). کاج بروسیا یکی از معروف‌ترین گونه‌ها از گروه کاج‌های مدیترانه‌ای است که در جنوب و شرق اروپا پراکنده است. کاج بروسیا گونه‌ای کم‌توقع است که در خاک‌های آهکی و سنگلاخی در اراضی شنی مناطقی با زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک، رشد می‌کند و چنانچه در شرایط محیطی بهتری قرار گیرد، رشد آن نیز بهتر می‌شود. کاج بروسیا از گونه‌های تند رشد بوده و رشد آن به‌ویژه در جوانی سریع است (Dastmalchi, 1995). در هرگونه بهره‌برداری از جنگل، آگاهی از میزان دقیق رویش، امری بدیهی است. میزان رویش یکی از متغیرهای مهم برای محاسبه امکان برداشت سالیانه جنگل است. یکی از روش‌های دقیق تعیین رویش مشخصه‌های مختلف درخت، قطع درخت و تحلیل قسمت‌های

مختلف آن است (Zobeiry, 2005). بیش از یک قرن است که تحلیل تنه، به‌عنوان یک بخش جدایی‌ناپذیر در اندازه‌گیری جنگل محسوب می‌شود. از داده‌های تحلیل تنه برای تعیین تغییرات حجم و شکل ساقه و نیز به‌منظور برآورد رویش قطری و ارتفاعی در سنین مختلف یک درخت استفاده می‌شود (Kariuki, 2002). از آنجایی که نمودار روند میانگین رویش قطری در نمونه‌ها یا دیسک‌هایی که از ارتفاع‌های مختلف یک درخت تهیه می‌شود، متفاوت است و می‌تواند فاقد روند (افقی)، کاهنده، افزایشنده، سینوسی، گنبدی و غیره باشد (Panahi & Pourhashemi, 2011). در همین راستا نیز پژوهش‌هایی روی گونه راش صورت گرفته و نتایج حاکی از روند صعودی رویش قطری در ارتفاعات بالایی تنه نسبت به ارتفاعات پایینی بود (Amini *et al.*, 2009; Delfan, 2007; Abazari & Sagheb Talebi, 2007).

Panahi و Pourhashemi (۲۰۱۱) با بررسی رویش شعاعی درختان دست کاشت توسکای باغ گیاه‌شناسی خزر، در ارتفاع کنده عنوان کردند که بین میزان رویش در سنین مختلف رشد (دوره‌های ۳ ساله) اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در این پژوهش به بررسی روند رویش قطری درختان کاج بروسیا در طول ساقه با استفاده از روش تحلیل تنه پرداخته شده است. همچنین به‌دلیل اینکه تعیین سن آمادگی مطلق توده‌های همسال جنگل‌کاری‌ها، یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیریتی است. در این پژوهش، سن آمادگی مطلق، برای توده‌های دست‌کاشت کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه قرار گرفت. سن بهره‌برداری بر اساس دیدگاه‌ها و روش‌های گوناگون قابل محاسبه است که متداول‌ترین آن سن آمادگی مطلق (سنی که توده جنگلی بیشترین مقدار چوب کمی بدون ملاحظه به کیفیت را تولید می‌کند) است. در واقع سن آمادگی مطلق، به سنی اطلاق می‌شود که رویش متوسط حجمی توده به بیشینه رسیده و با رویش جاری حجمی توده برابر می‌شود. امروزه سرمایه‌گذاران بخش جنگل‌کاری به دنبال کاشت

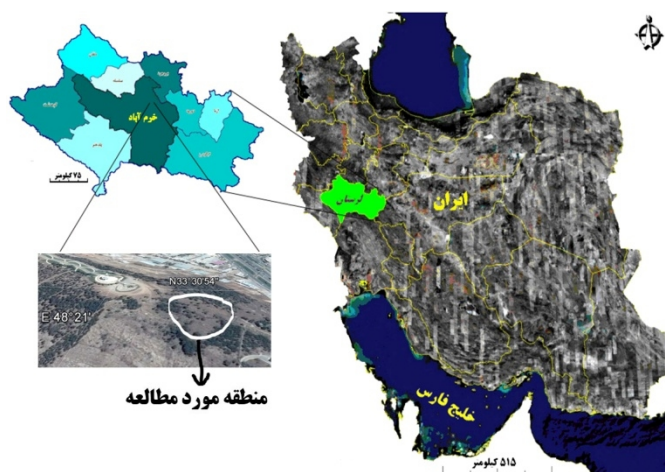
به صورت تصادفی بوده که در مجموع ۳۱ اصله درخت کاج بروسیا قطع و اندازه‌گیری شد. برای تعیین رویش قطری درختان از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که روش استفاده از دیسک دقیق‌ترین آن‌هاست (Douglass, 1971). در این پژوهش از هر درخت در ۵ ارتفاع متفاوت کنده (۴۰ سانتی‌متری)، برابرسینه  $(d_{1.3})$ ،  $(d_{0.3})$ ،  $(d_{0.5})$  و  $(d_{0.7})$  طول هر درخت دیسکی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر تهیه شد. دیسکت تهیه شده پس از خشک شدن در هوای آزاد، طی دو مرحله به وسیله سمباده زبر و نرم صیقل داده شد، به طوری که دوایر سالیانه به وضوح قابل رؤیت باشند. سپس نمونه‌های صیقل داده شده با استفاده از اسکنر با درجه تفکیک 2400 dpi اسکن عکسبرداری و عرض دوایر سالیانه با استفاده از نرم‌افزار COREL DRAW با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در کل از مجموع ۳۱ اصله درخت، ۱۵۵ عدد دیسک به شیوه تحلیل تنه مورد بررسی قرار گرفت و عوامل رویش جاری، رویش متوسط برحسب سن و رویش کل برای سه متغیر قطر، سطح مقطع و حجم محاسبه شد. به منظور محاسبه حجم، تنه هر درخت، از ارتفاع هم‌سطح زمین تا ارتفاع تشکیل تاج به ۵ قسمت با

درختانی هستند که طول دوره بهره‌برداری کمتری داشته باشند (Mohammadi et al., 2012).

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در توده‌های دست‌کاشت کاج بروسیا، واقع در شمال شهرستان خرم‌آباد انجام شده است. ناحیه مورد نظر جنگلی به مساحت ۳۶ هکتار با مختصات جغرافیایی  $48^{\circ} 21'$  طول شرقی و  $33^{\circ} 30'$  عرض شمالی و ارتفاع ۱۲۷۰ متر از سطح دریا است (شکل ۱). آب‌وهوای خرم‌آباد از نوع سرد کوهستانی و متوسط بارندگی سالیانه، حدود ۵۱۰ میلی‌متر است. به علت وجود کوه‌های بلند و شکل قرارگیری آن‌ها، اختلاف دما در طول شب و روز زیاد است. کمترین دمای سالیانه ۹ درجه سلسیوس و بیشترین دمای سالیانه ۲۵ درجه سلسیوس است. تشکیلات زمین‌شناسی خرم‌آباد دارای سنگ‌های آهکی، سیلتی، ماسه‌سنگ، مارن، آهک‌های دولومیتی و ماسه‌دار و کنگلومرا مربوط به دوران دوم و سوم زمین‌شناسی است.

بخشی از این جنگل که داده‌های این پژوهش از آن تهیه شده، توده‌ای همسال است که بر اساس سابقه کاشت ۳۵ سال سن داشته است. روش نمونه‌برداری



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

$$V = g \times h \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$V = \frac{h}{3} (g_1 + \sqrt{g_1 \times g_2} + g_2) \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$V = \frac{g_1 + g_2}{2} \times h \quad \text{رابطه (۳)}$$

در روابط فوق  $g_1$  و  $g_2$  به ترتیب سطح مقطع پایینی و بالایی (برحسب سانتی‌متر) و  $h$  ارتفاع قطعه مورد نظر (برحسب سانتی‌متر) است.

### نتایج

پراکنش داده‌ها بر اساس آزمون کلموگروف-اسمیرنوف نرمال است. دامنه سنی درختان مورد بررسی ۲۴ الی ۳۲ سال، و قدیمی‌ترین حلقه اندازه‌گیری شده مربوط به سال ۱۳۵۷ بود. دامنه پراکنش متغیرهای محاسبه شده در جدول‌های شماره (۱)، (۲) و (۳) آمده است. مقادیر انحراف معیار، اشتباه معیار و درصد ضریب تغییرات برای متغیر رویش جاری قطر در جدول (۴) ارائه شده است.

طول‌های متفاوت تقسیم، و حجم قطعات مختلف محاسبه شد. لازم به توضیح است که شکل قطعه اول (از بن درخت)، به طول ۰/۴ متر استوانه فرض و حجم آن معادل استوانه‌ای با سطح قاعده برابر با سطح مقطع در ارتفاع ۰/۴ متر قرار داده شد و حجم آن از رابطه (۱) محاسبه شد. شکل قطعه آخر (پنجم) مخروط فرض شده و حجم آن از فرمول مخروط (رابطه ۲) محاسبه شده و شکل قطعات میانی پارابلوئید ناقص فرض و حجم آن‌ها از فرمول اسمالیان (رابطه ۳) محاسبه شد. سن درختان با شمارش دوائر سالیانه در دیسک تهیه شده در ارتفاع کنده و اضافه کردن عدد ۲ (سال‌هایی که پس از آن درختان به ارتفاع کنده رسیده‌اند) به آن تعیین شد. در ترسیم منحنی‌های رویش چون شرایط کلی توده مدنظر بود، میانگین رویش ۳۱ اصله درخت در نظر گرفته شد. برای آزمون نرمال بودن پراکنش داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد (Zobeiry, 2007). به‌منظور بررسی وضعیت رویش قطری درختان مورد مطالعه در سنین مختلف رشد از تجزیه واریانس یک‌طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از روش مقایسه‌های چندگانه دانکن استفاده شد و برای انجام محاسبات از نرم‌افزارهای SPSS win19، excel 2007 و Corel Draw x5 استفاده شد.

جدول ۱- مقادیر میانگین رویش جاری سه متغیر قطر، سطح مقطع و حجم در پنج ارتفاع اندازه‌گیری شده

متغیرها	رویش قطری (cm)	رویش سطح مقطع (cm <sup>2</sup> )	رویش حجم (cm <sup>3</sup> )
دیسک کنده (۰/۴ متری)	۰/۵۹۲	۹/۴	۳۶۴/۵
دیسک ارتفاع برابر سینه	۰/۶۶۲	۹/۱	۸۸۶/۹
دیسک (۰/۳)	۰/۶۷۵	۸/۵	۹۱۰/۵
دیسک (۰/۵)	۰/۶۶۷	۷/۲	۱۶۸۲/۹
دیسک (۰/۷)	۰/۶۹۰	۵/۲	۱۴۴۱/۸

جدول ۲- مقادیر میانگین رویش متوسط برحسب سن سه متغیر قطر، سطح مقطع و حجم در پنج ارتفاع مورد نظر

متغیرها	رویش قطری (cm)	رویش سطح مقطع (cm <sup>2</sup> )	رویش حجم (cm <sup>3</sup> )
دیسک کنده (۰/۴ متری)	۰/۷۴	۷/۷	۳۰۶/۲
دیسک ارتفاع برابر سینه	۰/۶۶	۷/۴	۶۸۵
دیسک ( $d_{0.3}$ )	۰/۵۳	۵/۵	۸۹۰/۱
دیسک ( $d_{0.5}$ )	۰/۴۲	۳/۹	۹۴۸
دیسک ( $d_{0.7}$ )	۰/۳۱	۲/۲	۶۳۳

جدول ۳- مقادیر میانگین رویش کل سه متغیر قطر، سطح مقطع و حجم در پنج ارتفاع اندازه‌گیری شده

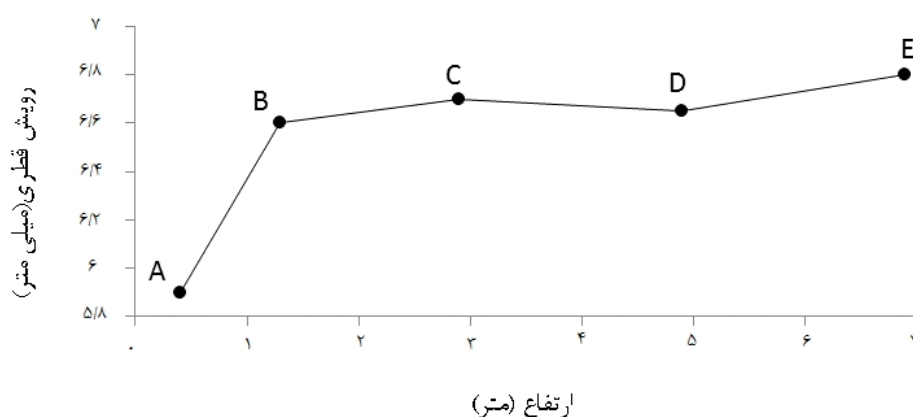
متغیرها	رویش قطری (cm)	رویش سطح مقطع (cm <sup>2</sup> )	رویش حجم (cm <sup>3</sup> )
دیسک کنده (۰/۴ متری)	۱۲/۴۴	۱۶۲	۶۱۸۲/۵
دیسک ارتفاع برابر سینه	۱۲/۷۵	۱۵۳/۹	۱۴۰۴۸
دیسک ( $d_{0.3}$ )	۱۱/۴	۱۳۰	۷۲۰۷۵
دیسک ( $d_{0.5}$ )	۹/۶۵	۹۶/۹	۲۱۷۶۸
دیسک ( $d_{0.7}$ )	۷/۵	۵۹	۱۵۵۴۹

جدول ۴- مقادیر (انحراف معیار، اشتباه معیار و درصد ضریب تغییرات) متغیر رویش جاری قطر

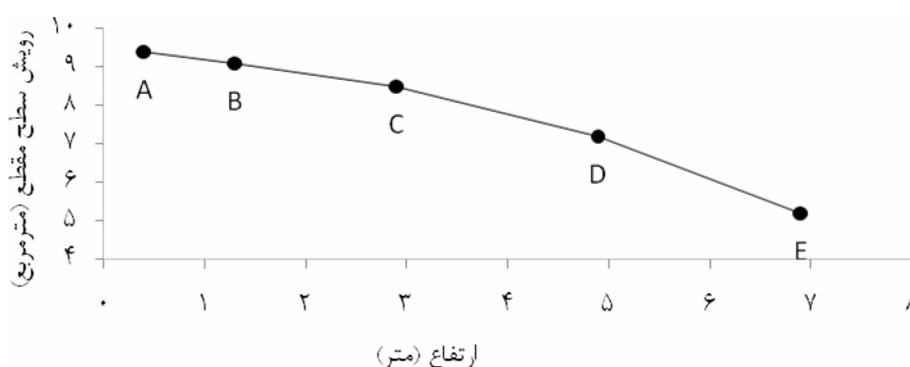
متغیرها	انحراف معیار (cm)	اشتباه معیار (cm)	درصد ضریب تغییرات
دیسک کنده (۰/۴ متری)	۰/۳۶	۰/۰۱۱	۶
دیسک ارتفاع برابر سینه	۰/۴۲	۰/۰۱۵	۶/۳
دیسک ( $d_{0.3}$ )	۰/۳۶	۰/۰۱۳	۵/۳
دیسک ( $d_{0.5}$ )	۰/۳۳	۰/۰۱۳	۴/۹
دیسک ( $d_{0.7}$ )	۰/۲۷	۰/۰۱۲	۳/۹

بیشترین مقدار رویش جاری سطح مقطع مربوط به پایین‌ترین ارتفاع درخت یعنی کنده است. در شکل‌های ۲ و ۳، ارتفاع A (۰/۴ متر)، ارتفاع B (۱/۳۰ متر)، و میانگین ارتفاع قطعات C, D, E همه درختان محاسبه و برای سهولت در رسم منحنی بکار برده شده است.

منحنی میانگین رویش جاری قطر و سطح مقطع، در پنج ارتفاع اندازه‌گیری شده درختان، در شکل‌های (۲) و (۳) آورده شده است. در شکل (۲) نشان داده شده است که مقدار رویش جاری قطر در بالاترین ارتفاع اندازه‌گیری شده درخت یعنی دیسک E، بیشتر از مقدار رویش در سایر ارتفاعات است و در شکل (۳)



شکل ۲- منحنی میانگین رویش جاری قطر در پنج ارتفاع اندازه‌گیری شده



شکل ۳- منحنی میانگین رویش جاری سطح مقطع در پنج ارتفاع اندازه‌گیری شده

که میانگین دوره‌های سنی چهارساله‌ای که در دیسک‌های مربوط به همه ارتفاعات وجود داشت، (۱۲ الی ۳۲ سالگی) تجزیه و تحلیل و مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج بررسی، حاکی از وجود اختلاف معنی-دار (در سطح احتمال ۹۹ درصد) بین میزان رویش قطری این‌گونه در طبقات سنی مختلف، در هر ارتفاعی و نیز در طول ساقه است (جدول‌های ۵ و ۶).

به‌منظور بررسی رویش قطری درختان مورد بررسی در سنین مختلف رشد، ابتدا رویش قطری درختان در هر ارتفاع با در نظر گرفتن طبقات سنی چهارساله، به‌صورت مجزا بررسی و سپس از مقادیر رویش قطری در هر ارتفاعی میانگین گرفته شد، و میانگین رویش قطری در سنین مختلف رشد (دوره‌های چهارساله) در طول ساقه نیز مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس رویش قطری کاج بروسیا، در سنین مختلف، در پنج ارتفاع اندازه‌گیری شده

دیسک کنده (۰/۴ متری)					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
بین گروهی	۷	۲۸۳۴/۸۰۵	۴۰۴/۹۷۲	۹۲/۳۷۵	۰/۰۰۰
درون گروهی	۲۳۳	۱۰۲۱/۴۷۰	۴/۳۸۴		
کل	۲۴۰	۳۸۵۶/۲۷۴			
دیسک ارتفاع برابر سینه					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
بین گروهی	۶	۳۵۱۷/۸۹۶	۵۸۳/۳۱۶	۱۱۳/۷۰۴	۰/۰۰۰
درون گروهی	۲۰۳	۱۰۴۶/۷۶۸	۵/۱۵۶		
کل	۲۰۹	۴۵۶۸/۶۶۴			
دیسک (۰/۳ d)					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
بین گروهی	۶	۲۳۵۴/۷۰۴	۳۹۲/۴۵۱	۶۸/۴۲۴	۰/۰۰۰
درون گروهی	۱۹۴	۱۱۱۲/۶۵۴	۵/۷۳۶		
کل	۲۰۰	۳۴۶۷/۳۹۸			
دیسک (۰/۵ d)					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
بین گروهی	۵	۱۵۸۴/۱۹۵	۳۱۶/۸۳۹	۵۹/۹۴۲	۰/۰۰۰
درون گروهی	۱۷۰	۸۹۸/۵۷۸	۵/۲۸۶		
کل	۱۷۵	۲۴۸۲/۷۷۴			
دیسک (۰/۷ d)					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
بین گروهی	۴	۹۸۰/۵۴۱	۲۴۵/۱۳۵	۴۷/۸۲۹	۰/۰۰۰
درون گروهی	۱۴۱	۷۲۲/۶۵۴	۵/۱۲۵		
کل	۱۴۵	۱۷۰۳/۱۹۵			
کل ساقه					
منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
بین گروهی	۴	۱۷۰/۲۱۶	۴۲/۵۵۴	۴۳/۵۵۴	۰/۰۰۰
درون گروهی	۲۰	۱۹/۶۲۶	۰/۹۸۱		
کل	۲۴	۱۸۹/۸۴۲			

## جدول ۶- گروه‌بندی میانگین‌های رویش قطری، کاج پروسیا در طبقات سنی مختلف به روش دانکن

دیسک‌کننده (۰/۴ متری)

طبقات سن (سال)	گروه	بندی	دانکن
۲۸-۳۲	۱	۲	۳
۲۴-۲۸	۱/۷		۴
۲۰-۲۴	۲/۳		
۱۶-۲۰	۲/۸	۵/۳	
۱-۴		۵/۵	
۱۲-۱۶			۷/۳
۸-۱۲			۱۰/۹
۴-۸			۱۱/۱

دیسک ارتفاع برابر سینه

طبقات سن (سال)	گروه	بندی	دانکن
۲۸-۳۲	۱	۲	۳
۲۴-۲۸	۱/۴		۴
۲۰-۲۴	۲/۳	۲/۳	
۱۶-۲۰		۱/۳	
۱۲-۱۶			۵/۷
۴-۸			۹
۸-۱۲			۱۱/۷
			۱۲

دیسک (d\_۰/۳)

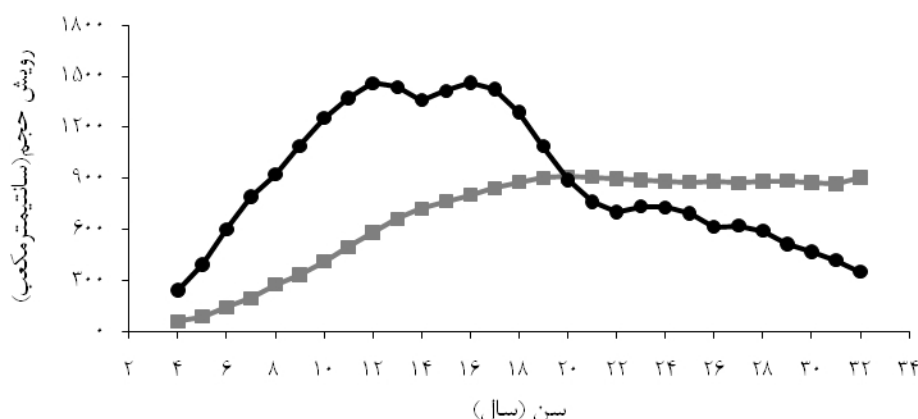
طبقات سن (سال)	گروه	بندی	دانکن
۲۸-۳۲	۱	۲	۳
۲۴-۲۸	۱/۷		۴
۲۰-۲۴	۲/۹	۲/۹	
۱۶-۲۰		۴/۳	
۱۲-۱۶			۷/۴
۴-۸			۹/۹
۸-۱۲			۱۰/۵
			۱۰/۶



دیسک (d <sub>۰/۵</sub> )				
طبقات سن (سال)	گروه	بندی	دانکن	
۲۸-۳۲	۱	۲	۳	۴
۲۴-۲۸	۱/۹	۵/۴		
۲۰-۲۴	۳/۴		۷/۸	
۱۶-۲۰				۹/۷
۱۲-۱۶				۱۰/۲
دیسک (d <sub>۰/۷</sub> )				
طبقات سن (سال)	گروه	بندی	دانکن	
۲۸-۳۲	۱	۲	۳	۵
۲۴-۲۸	۲/۲	۴		
۲۰-۲۴			۵/۷	
۱۶-۲۰			۸	
۱۲-۱۶				۹/۶
کل ساقه				
طبقات سن (سال)	گروه	بندی	دانکن	
۲۸-۳۲	۱	۲	۳	۴
۲۴-۲۸	۱/۸	۳		
۲۰-۲۴	۳	۴/۳		
۱۶-۲۰			۶/۸	
۱۲-۱۶				۹

شکل (۴)، به‌منظور نشان دادن محل برخورد منحنی-های رویش جاری و رویش متوسط حجم است از توده‌های دست‌کاشت کاج بروسیا ترسیم شده است. از آنجایی که برای بررسی این منحنی‌ها، قطر در ارتفاع برابر سینه ملاک قرار می‌گیرد. برای رسم منحنی از اطلاعات دیسک‌های مربوط به ارتفاع برابر سینه استفاده شد. محل برخورد این دو منحنی در بررسی بالا در سن بیست سالگی اتفاق افتاده است که به

نحوی سن آمادگی مطلق این توده را نیز نشان می‌دهد. آمادگی مطلق، یا زمان تولید حجم بیشینه، موقعی است که بدون توجه به نوع و کیفیت چوب، بیشینه بیوماس یا بیشترین مقدار محصول چوبی سالیانه حاصل شود. این نوع آمادگی برای بهره‌برداری زمانی است که رشد جاری سالیانه برابر با رشد متوسط سالیانه باشد. به عبارت دیگر، رشد متوسط سالیانه بیشینه باشد (Hassanzad Navroodi, 2009).



شکل ۴- منحنی رویش جاری و متوسط بر حسب سن حجم (سانتی‌متر)

و Panahi (Abazari & Sagheb Talebi, 2007). Pourhashemi (2011)، رویش شعاعی درختان دست‌کاشت توسکای باغ گیاه‌شناسی خزر را در ارتفاع کنده مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که بین میزان رویش در سنین مختلف رشد (دوره‌های ۳ ساله) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج این پژوهش، نیز که به بررسی رویش قطری درختان کاج بروسیا، در ارتفاعات مختلف ساقه صورت گرفت نیز مؤید نتایج پژوهش‌های انجام شده قبلی است. نتایج این پژوهش بیانگر این نکته است که در هر ارتفاع از درخت میزان رویش قطری در سنین مختلف با هم تفاوت اساسی داشته، میانگین رویش قطری از ارتفاع کنده تا  $0/3$  ارتفاع درخت روندی صعودی دارد، این روند صعودی به دلیل این است که در این جنگل‌کاری‌ها فاصله کاشت نهال‌ها مناسب بوده، و تاج پوشش نیز در این ارتفاع به‌طور کامل شکل نگرفته است، بنابراین رقابت بین پایه‌ها زیاد نبوده و روند رویش حالت صعودی داشته است. ولی در  $0/5$  ارتفاع درخت از مقدار رویش قطری کاسته شده است، زیرا در این ارتفاع، درختان در مرحله خال‌گروه قرار دارند، تاج پوشش تشکیل شده و توده به‌اصطلاح بسته شده است. در این مرحله شدیدترین رقابت نوری بین پایه‌ها وجود دارد (Marvie Mohajer, 2006). به‌همین دلیل در این

### بحث و نتیجه‌گیری

شروع رویش از جوانه ابتدایی بوده که بلافاصله با تقسیم سلولی و رشد طولی، رشد قطری شروع می‌شود و طی یک روز تا پایین‌ترین قسمت‌های درخت را در بر می‌گیرد. رشد قطری و در نتیجه رویش سطح مقطع از ارتفاع کنده تا یک حد بین ۱ تا ۱۲ متری بین  $\frac{1}{6}$  تا  $\frac{1}{4}$  طول ساقه دارای روند کم شونده بوده و پس از این حد، تا محل شروع تاج و حتی داخل تاج روند افزایشی دارد. در نتیجه، رویش قطری در تمام طول ساقه یکنواخت و همسان نیست (Namiranian, 2006). به‌عنوان مثال، نتیجه پژوهشی که در مورد گونه راش صورت گرفت، به‌طور کلی حاکی از روند صعودی رویش قطری در ارتفاعات بالایی تنه نسبت به ارتفاعات پایینی، در درختان با قطر برابر سینه کمتر از ۵۵ سانتی‌متر بود. در صورتی که در مورد درختان راش با قطر برابر سینه بیشتر از ۵۵ سانتی‌متر وضعیت برعکس است (Amini et al., 2009). نتیجه پژوهش دیگری که در مورد گونه راش انجام شد، نشان داد که میزان رویش قطری در درختان با قطر برابر سینه ۵۵ تا ۷۰ سانتی‌متر، در ارتفاعات پایین‌تنه نسبتاً کم بوده و این روند با کاهش بیشتر تا ارتفاع تقریباً ۱۲ متری ادامه دارد، و از آن پس یعنی در ارتفاعات بالای تنه بر میزان رویش قطری افزوده می‌شود (Delfan)

ارتفاع کننده، تمام حلقه‌های سالیانه را که در بقیه ارتفاعات موجود است، داراست. در دوره سنی ۱ الی ۴ سالگی، چون نهال‌های یک‌ساله از نهالستان به محل دیگری منتقل و کاشته شده‌اند، به دلیل تغییر شرایط رویشگاهی رشد چندانی نداشته‌اند. در ۴ الی ۸ سالگی بیشترین میزان رویش قطری در این‌گونه مشاهده شده، که به دلیل انعطاف‌پذیری بالای گونه در پذیرفتن شرایط رویشگاه جدید است. توده مورد مطالعه، از ۸ تا ۲۰ سالگی نیز با کاهش رویش به صورت ملایم همراه بوده است که علت آن را وجود رقابت نوری بین پایه‌ها در این مرحله سنی دانست. کمترین میزان رویش قطری مربوط به ۱۰ سال پایانی عمر است که در این دوره به دلیل خشک‌سالی‌های مداوم و عدم آبیاری منظم، توده دچار تنش خشکی شده و رو به زوال رفته است. همچنین در این پژوهش مشخص شد که سن آمادگی مطلق، برای توده‌های دست‌کاشت کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه ۲۰ سالگی است. البته این عدد فقط مربوط به توده‌های مورد مطالعه بوده و در شرایط رویشگاهی مختلف، متفاوت است.

مرحله از رویش قطری کاسته شده و به رویش ارتفاعی افزوده می‌شود. در ارتفاع  $d_{0.7}$  درختان از مرحله رقابتی شدید خارج می‌شوند و شکل اصلی خود را گرفته‌اند. و درخت باید سنگینی تاج را تحمل کند، بنابراین دوباره به میزان رویش قطری افزوده می‌شود (شکل ۲). در واقع این روندهای افزایشی و کاهش رویش قطری در طول ساقه، منطبق بر مراحل رویشی از نظر جنگل‌شناسی است. بیشترین رویش سطح مقطع نیز در پایین‌ترین ارتفاع درخت یعنی کنده مشاهده شد، زیرا رویش سطح مقطع نه‌تنها بستگی به رویش قطری دارد بلکه به قطری که رویش را باعث شده، یعنی قطر درخت هم ارتباط دارد و بیشترین قطر درخت نیز مربوط به ارتفاع کنده است (Zobeiry, 2005). بررسی رویش قطری طی دوره‌های ۴ ساله، در هر ارتفاع به‌طور مجزا نشان داد که روند رویش قطری در سنین مختلف باهم تفاوت معنی‌دار داشته، ولی این روند در همه ارتفاعات تقریباً مشابه است. به همین دلیل به تشریح دوره‌های سنی مختلف در دیسک ارتفاع کننده می‌پردازیم، زیرا دیسک

## منابع

1. Amini, M., Sagheb Talebi, KH., Namiranian, M. and Amini, R., 2009. Investigation on increment of *Fagus orientalis* Lipsky using time series analysis. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(3): 404-421.
2. Dastmalchi, M., 1995. Brutia Pine (translation). Research Institute of Forests and Rangelands, 139p.
3. Delfan Abazari, B. and Sagheb Talebi, KH., 2007. Diameter and height increment process of oriental beech (*Fagus orientalis*) in natural Caspian forest, Kelardasht region. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(4): 320-328.
4. Douglass, A.E., 1971. Climatic cycles and tree growth. Verlag Cramer Publication, 165p.
5. Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R. and Asadi, F., 2012. Growth characteristics of 5 black poplar (*Populus nigra*) clones with Turkish origin in Karaj area. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 491-500.
6. Hamzehpour, M. and Negahdar Saber, M.R., 2001. Elimination trial of broad and needle leaved species in Fars province (Kamfirouz). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 6: 125-156.
7. Hassanzad Navroodi, I., 2009. Fundamentals of Forest Management. Haghshenass, 248p.
8. Kariuki, M., 2002. Height estimation in complete stem analysis using annual radial growth measurements. School of Environmental Science and Management, 1: 63-73.
9. Marvie Mohajer, M.R., 2006. Silviculture. University of Tehran, 387p.
10. Mohammadi, A., Moayeri, M.H. and Heydari, H., 2012. Determination of the harvesting age of *Paulownia* even-aged stands in Dr. Bahramnia Forest Management Project. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(3): 393-401.
11. Mosayeb Neghad, I., Rostami Shahraji, T., Kahneh, E. and Porbabaii, H., 2007. Evaluation of native broadleaved forest plantations in east of Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(4): 311-319.
12. Namiranian, M., 2006. Measurement of tree and forest biometry. University of Tehran, 574p.
13. Panahi, P. and Pourhashemi, M., 2011. Increment changes of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) in Hyrcanian section of National Botanical Garden, Iran during three decades. Journal of forest and Wood Products (JFWP), Iranian journal of Natural Resources, 64(1): 1-13.
14. Sidhu, D.S. and Dhillon, P.S., 2007. Field performance of ten clones and two sizes of planting stock of *Populus deltoides* on the Indogangetic plains of India. New Forest, 34 (2): 115-122.
15. Zobeiry, M., 2005. Forest Inventory (Measurement of Tree and Forest). University of Tehran Press, 400p.
16. Zobeiry, M., 2007. Forest Biometry. University of Tehran Press, 405p.

---

---

## The diameter increment analysis of *Pinus brutia* Ten. along the stem in Khorramabad

- **J. Sousani\***; Assistant Professor, Faculty of agriculture, Lorestan University, Iran
- **E. Ostakh**; M.Sc. Student of Forestry, Faculty of agriculture, Lorestan University, Iran

(Received: 03- Oct- 2013 Accepted: 29- Apr- 2014)

---

---

### Abstract

Tree increment has been under the influence of internal factors and external different factors. Throughout life, growth rates will vary depending on how the impact of these factors. Because the diameter growth, has fluctuations, at different heights in the stem. The aim of this study is to investigate the fluctuations of *Pinus brutia* diameter growth during the stem is done. For this purpose, the number of 31 pine trees were randomly selected and cut. Then from each tree, 5 discs, from the different heights of the tree stem were taken. After preparing disks, annual rings width, using software COREL DRAW X5 and the accuracy of 0.001mm was measured. The mean diameter growth of trees in each height and stem length was analyzed using ANOVA and Duncan's. The multiple range tests showed that the amount of diameter growth of this species is meaningful at different altitude sand in the mean Duncan regimentation are not in a group. The maximum diameter and basal area increment, throughout the stem, respectively was measured by 0.7 of tree high (from the ground) and stump height. Also, based on the analysis of growth curves, absolute age for the utilization of this stand, at the age of 20, was determined.

**Keywords:** *Pinus brutia*, diameter increment, stem length.

---

---

\* Corresponding Author

Tel: 09163678468

Email: Soosani.j@lu.ac.ir