

## رهیافت جدید در روش مطالعات گاهشناسی درختی: اثر تغییرات اقلیمی بر تولید چوب منطقه آستارا (گیلان)

مصطفی جعفری

- عضو هیئت علمی، رییس بخش تحقیقات جنگل موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

پست الکترونیکی: mostafajafari@libero.it ,mostafajafari@rifr-ac.ir

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۰

### چکیده

این تحقیق رهیافت جدیدی را در کار برد روش گاهشناسی درختی در تولید چوب گونه‌های پهن‌برگ درختان جنگلی ارائه می‌نماید. بر مبنای این روش با نمونه‌برداری از درختان در ارتفاعات مختلف و تجزیه و تحلیل میزان رشد دوایر رویشی آنها شرایط رویش و تولید چوب آنها و رقابت‌های احتمالی موجود بین آنها مورد بررسی قرار گرفته است. در بکارگیری این روش کاربرد اکولوژیکی گاهشناسی درختی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. نتایج ارائه شده در این تحقیق بخشی از تحقیقات گسترده‌ای است که در حوزه جنگلهای خزری در خلال بیش از پنج سال گذشته با بکارگیری این روش اجرا شده است. گونه‌های درختی مورد استفاده در این پژوهش شامل راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، بلندمازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.)، و ممرز (*Carpinus betulus* L.) در حوزه جنگلی آستارا در استان گیلان می‌باشند. ابتدا منطقه جنگلی مورد نظر از طریق جنگل‌گردی و به‌کارگیری نقشه‌های پوشش گیاهی و توپوگرافی، انتخاب گردید. سپس با تعیین خط پروفیل (ترانسکت) پایه‌های درختی در سه سطح ارتفاع از سطح دریا علامت‌گذاری شدند. نمونه‌ها توسط مته سال‌سنج از درختان مورد نظر در سه سطح ارتفاعی از سطح دریا که شامل پائین‌بند (۴۰۰ متر)، میان‌بند (۹۰۰ متر) و بالابند (۱۲۵۰ متر) تهیه شده‌اند. رفتارهای رویشی متفاوت این گونه‌های درختی و عکس‌العمل آنها نسبت به تغییرات اقلیمی و محیطی مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: گاهشناسی درختی، تولید چوب، راش، بلندمازو، ممرز، آستارا

### مقدمه

ذغال شده و یا الوارهای مورد استفاده در معماری ساختمان‌ها برای هدف گاهشناسی درختی نمونه‌برداری شده‌اند (Yale site, 2011). روش گاهشناسی درختی (dendrochronology) به منظور بررسی اثرهای تغییرات

دوایر رویشی در درختان معمولاً رویش سالانه آنها را نشان می‌دهد. نمونه‌ها هم از درختان سرپا و هم از درختان قطع شده قابل تهیه می‌باشند. حتی چوب‌های

سوالات اکولوژیک می‌باشد (Arizona lab, 2011). دندرواکولوژی، شبیه سایر اشکال اکولوژی تعاریف متعددی دارد. این علم زیر مجموعه گاهشناسی درختی (dendrochronology) بوده که دوایر رویشی درختان را برای پاسخ‌گویی سوالات زیست محیطی و شرایط اکولوژیک مناطق و بازسازی ساختار اقلیمی آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند (Arbeitsgebiete, 2011). به‌طور مثال بهره‌وری تولید گونه‌ای از بلوط (*Quercus cerris*) در جهت بررسی ارتباط کاهش رشد آن با متغیرهای اقلیمی بازسازی شده است (Di Filippo et al., 2010).

### مواد و روشها

گونه‌های درختی مورد استفاده در این پژوهش شامل راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، بلندمازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey)، و ممرز (*Carpinus betulus*) در حوزه جنگلی آستارا در استان گیلان می‌باشند.

### روش تحقیق

این بررسی بخشی از تحقیقی است که در ۷ پروفیل (ترانسکت) در مناطق جنگلی دامنه شمالی البرز در استان‌های شمالی (هر استان حداقل ۲ پروفیل) اجرا شده است. ابتدا نمونه‌ها به شرح ذیل از چپ به راست کدگذاری شدند:

کد منطقه و یا استان شامل، گیلان (G)،

کد پروفیل (ترانسکت)، پروفیل اول (A)، پروفیل دوم

(B)، و پروفیل سوم (C)

کد گونه‌ها، راش (F)، بلوط (Q)، و ممرز (C)

کد ارتفاع از سطح دریا، پایین‌بند (I)، میان‌بند (II)، و

بالابند (III)

اقلیمی بر فرایند اکولوژیک طبیعی و یا تغییرات با منشاء انسانی توسعه یافته است. با مطالعه دوایر رویشی ما می‌توانیم به چگونگی تغییرات جنگل در گذشته متأثر از دما، بارش و یا خشکی پی‌بریم. دوایر رویشی ابزار مهمی جهت درک دینامیک جنگل و تنوع آب و هوایی در مقیاس چند قرن می‌باشد (Dendroecology lab, 2011). دوایر رویشی برای تخمین تولید و بهره‌وری میان‌مدت و بلندمدت اکوسیستم‌ها حوادث شدید طبیعی مانند سیل و خشکی به‌کار گرفته شده است (Ecosystem Dynamics, 2011). قابلیت اعتماد به‌کارگیری روش گاهشناسی درختی برای مطالعه روند بلندمدت رویش درختان توسط بررسی‌های متعددی مورد تأیید قرار گرفته است (Badeau V., et al. 1996). گاهشناسی درختی در زمینه‌های مختلف منجمله کاربرد اکولوژیک (Swetnam et al., 1999, Fritts and Swetnam, 1989)، (Dendroecology lab, 2011; Arizona lab, 2011; ارزیابی آلودگی هوا (Nuhoglu, 2006) و یا سایر مطالعات به‌کار گرفته شده است (Drobyshev et al., 2010, Sheppard et al., 2008). مطالعات انجام شده در زمینه گاهشناسی درختی معمولاً بر روی یک گونه و با نمونه‌برداری از یک محل صورت گرفته‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق که بخشی از یک پژوهش گسترده صورت گرفته در خلال بیش از پنج سال گذشته منتهی به سال ۱۳۹۰ می‌باشد، با انتخاب حداقل سه گونه درختی و در سه نقطه ارتفاعی بر روی یک پروفیل (ترانسکت) در عرصه جنگلی می‌باشد.

کاربرد اکولوژیک گاهشناسی درختی (Dendroecology) در واقع به‌کارگیری دوایر رویشی درخت و تجزیه و تحلیل آنها به‌منظور پاسخ دادن به

نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. یعنی مجموعاً حداقل تعداد ۵۴ نمونه در هر پروفیل مورد بررسی قرار گرفتند.

پس از اندازه‌گیری پهنای دواير رويشي با به‌کارگیری درشت‌نمای چشمی (بینوکولار) با دقت حداقل ۰/۱ میلی‌متر، داده‌های ثبت شده مورد تجزیه و تحلیل آماری (Abdi, 2003)، تحلیل متغیرها (ANOVA) و رگرسیون کمترین مربعات بخشی (PLS) قرار گرفتند. به‌منظور بررسی ارتباط داده‌ها با شرایط اقلیمی و آب و هوایی، از داده‌های مربوط به دما و بارش ثبت شده در نزدیکترین ایستگاه هواشناسی بهره‌برداری گردید.

#### عرصه مورد مطالعه و انتخاب سایت

اطلاعات جغرافیائی محل مورد مطالعه و مشخصات ارتفاعی نقاط مورد بررسی در طول پروفیل در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

#### اطلاعات اقلیمی محل مورد مطالعه

اطلاعات مرتبط با متوسط سالیانه دما و بارش و نیز ارتفاع از سطح دریای ایستگاه هواشناسی مورد بررسی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات جغرافیائی محل مورد مطالعه

اطلاعات جغرافیائی		طول جغرافیائی (شرقی)		عرض جغرافیائی (شمالی)	
محل مورد بررسی		از	تا	از	تا
آستارا		۳۰' / ۴۷°	۳۵' / ۴۸°	۳۰' / ۳۷°	۲۳' / ۳۸°

جدول ۲- مشخصات ارتفاعی نقاط مورد بررسی در طول پروفیل در منطقه آستارا

ارتفاع (متر)	کد محل
۱۲۵۰	III
۹۰۰	II
۴۰۰	I

کد تکرار نمونه‌ها، تکرار اول (۱)، تکرار دوم (۲)، و تکرار سوم (۳)

به‌طور مثال کد (GCIHQ۲) بیانگر اینست که نمونه از استان گیلان (G)، پروفیل سوم (C)، ارتفاع ۱۲۵۰ متر از سطح دریا (III) از گونه بلوط (Q) تهیه شده است و تکرار دوم (۲) می‌باشد.

در هر مورد ۸ فرم مربوط به ثبت اطلاعات عرصه مورد مطالعه، شامل مشخصات سایت، نقاط مورد بررسی، مشخصات درختان، و نیز اطلاعات اقلیم و هواشناسی، تکمیل شده است.

به‌منظور انجام مطالعات ابتدا مطابق دستورالعمل (Jafari, 2010a) نسبت به انتخاب سایت اقدام شد. سپس در هر سایت پروفیل مناسب معین گردید (Jafari, 2010a) و در هر پروفیل سه نقطه ارتفاعی مشخص شدند. در ادامه در هر نقطه ارتفاعی که به‌عنوان عرصه مورد بررسی در نظر گرفته شده بود نسبت به انتخاب گونه و پایه مطلوب برای نمونه‌برداری اقدام گردید. از سه گونه درختی راش، بلوط، و ممرز به تعداد حداقل سه تکرار نمونه‌برداری شدند. از هر تکرار از دو جهت شمالی و جنوبی نمونه تهیه گردید. سپس دواير رويشي در تمام

## جدول ۳- اطلاعات مرتبط با متوسط سالیانه دما و بارش و نیز ارتفاع از سطح دریای ایستگاه

## هواشناسی مورد بررسی

ارتفاع از سطح دریا (متر)	متوسط سالیانه بارش (میلی متر)	متوسط سالیانه دما (درجه سانتیگراد)	ایستگاه اقلیم شناسی
- ۲۰	۱۶۴۲	۱۵/۱	آستارا

## جدول ۴- شرح عرصه مورد بررسی و وضعیت تاج پوشش گونه‌های راش، بلندمازو و ممرز

محل نمونه‌برداری	نام علمی درخت	نام درخت	کد درخت	تعداد درخت	شیب شمالی یا جنوبی	تراکم پوشش سایت	شیبدار یا مسطح بودن سایت
بالابند	<i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. Mey.	بلند مازو	GCIHQ۱	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIHQ۲				
			GCIHQ۳				
بالابند	<i>Fagus orientalis</i>	راش	GCIHF۱	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIHF۲				
			GCIHF۳				
بالابند	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	GCIHC۱،	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIHC۲				
			GCIHC۳				
میان‌بند	<i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. Mey.	بلند مازو	GCIHQ۱	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIHQ۲				
			GCIHQ۳				
میان‌بند	<i>Fagus orientalis</i>	راش	GCIHF۱	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIHF۲،				
			GCIHF۳				
میان‌بند	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	GCIIC۱،	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIIC۲،				
			GCIIC۳				
پایین‌بند	<i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. Mey.	بلند مازو	GCIQ۱	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIQ۲				
			GCIQ۳				
پایین‌بند	<i>Fagus orientalis</i>	راش	GCIHF۱	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIHF۲				
			GCIHF۳				
پایین‌بند	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	GCIIC۱	۳	شمالی	متراکم	شیبدار
			GCIIC۲				
			GCIIC۳				

گونه‌های درختی انتخاب شده و نمونه‌ها

شرح توپوگرافی مناطق مورد بررسی از جمله شیب عرصه و نیز شرایط جنگلهای این مناطق ارتفاعی از نظر تراکم

پوشش و کدگذاری‌های مورد استفاده برای گونه‌های راش، بلندمازو و ممرز در جدول ۴ ارائه شده است. از هر گونه سه تکرار و از هر درخت دو نمونه تهیه شده است.

جدول ۵- مشخصات درختان مورد بررسی، راش، بلندمازو و ممرز

محل نمونه‌برداری	نام علمی درخت	نام درخت	کد درخت	فاصله تا نزدیکترین درخت (متر)	ارتفاع درخت (متر)	قطر برابر سینه درخت (سانتیمتر)
	<i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. Mey.	بلند مازو	GCIHQ1	۴	۱۶	۳۴
			GCIHQ2	۲	۱۳	۳۳
			GCIHQ3	۲۵	۱۵	۴۲
بالابند	<i>Fagus orientalis</i>	راش	GCIHF1	۵	۲۲	۳۷
			GCIHF2	۲	۲۶	۵۵
			GCIHF3	۱	۲۷	۴۹
	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	GCIHC1	۶	۱۵	۳۱
			GCIHC2	۳	۲۵	۴۶
			GCIHC3	۲	۲۱	۳۷
	<i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. Mey.	بلند مازو	GCIHQ1	۳	۱۶	۲۸
			GCIHQ2	۸	۲۰	۴۰
			GCIHQ3	۳	۱۸	۴۰
میان‌بند	<i>Fagus orientalis</i>	راش	GCIHF1	۶	۱۴	۳۲
			GCIHF2	۷	۱۰	۴۴
			GCIHF3	۸	۱۱	۴۴
	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	GCIHC1	۲	۲۰	۳۱
			GCIHC2	۲	۱۵	۲۹
			GCIHC3	۳	۱۸	۵۲
	<i>Quercus castaneaefolia</i> C. A. Mey.	بلند مازو	GCIHQ1	۵	۲۸	۵۴
			GCIHQ2	۲	۳۵	۸۰
			GCIHQ3	۴	۲۲	۶۳
پایین‌بند	<i>Fagus orientalis</i>	راش	GCIHF1	۲	۱۲	۳۲
			GCIHF2	۳	۱۴	۳۷
			GCIHF3	۳	۱۹	۵۴
	<i>Carpinus betulus</i> L.	ممرز	GCIC1	۴	۲۲	۴۲
			GCIC2	۷	۱۲	۴۳
			GCIC3	۱	۲۱	۳۸

بارش در مدت زمان ۴۴ سال گذشته به ترتیب به میزان  $(0/792^{\circ}\text{C})$  و  $(177/496\text{ mm})$  بوده است. اما در ۱۰ سال آخر بارش با میزان شدید  $(R^2=0/49)$  کاهش یافته و دما نیز با میزان ملایم تری  $(R^2=0/18)$  افزایش یافته است (شکل ۲).

## تجزیه و تحلیل آماری

### پهنای دواير رویشی

گراف‌های مربوط به پهنای دواير رویشی برای راش (*Fagus orientalis* Lipsky) (گراف‌بالا)، بلندمازو و ممرز (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.) (گراف‌پایین)، و ممرز (*Carpinus betulus* L.) (گراف‌پایین) در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند برای دوره ۴۴ ساله از سال ۱۳۴۳ تا سال ۱۳۸۷ در شکل ۳ ارائه شده است. برای پنج سال اخیر پهنای دواير رویشی برای ممرز و نیز راش در هر سه ارتفاع کاهش، اما پهنای دواير رویشی در بلندمازو افزایش یافته است.

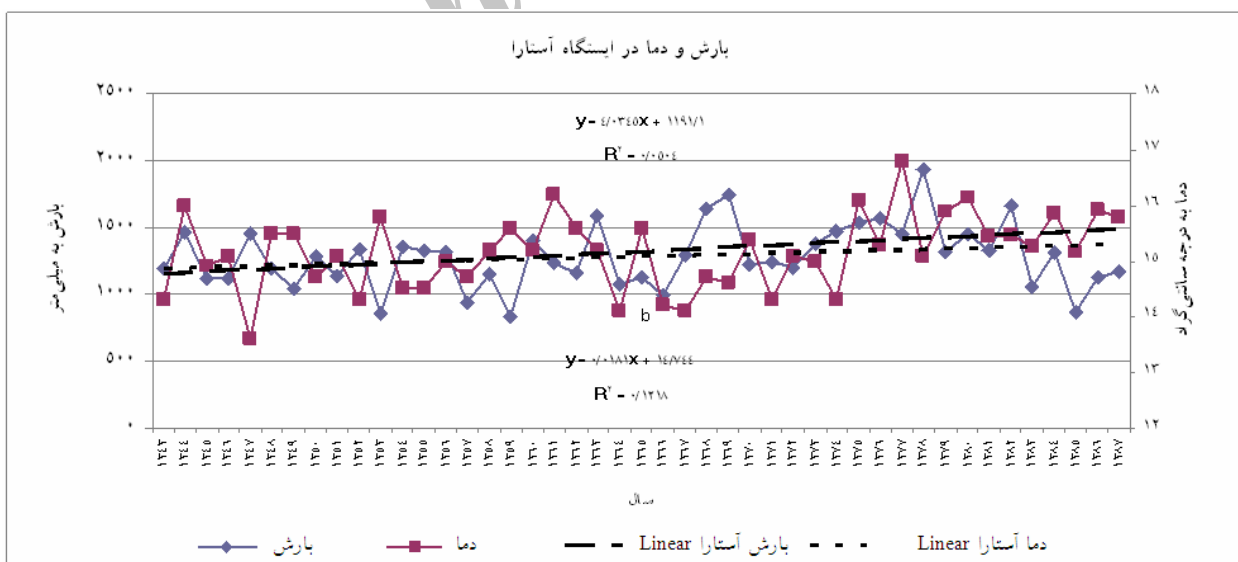
مشخصات درختان مورد بررسی از نظر ارتفاع، قطر برابر سینه و فاصله با نزدیکترین درخت در عرصه‌های مورد مطالعه برای سه گونه اصلی راش، بلندمازو و نیز ممرز در جدول ۵ ارائه شده است.

## نتایج

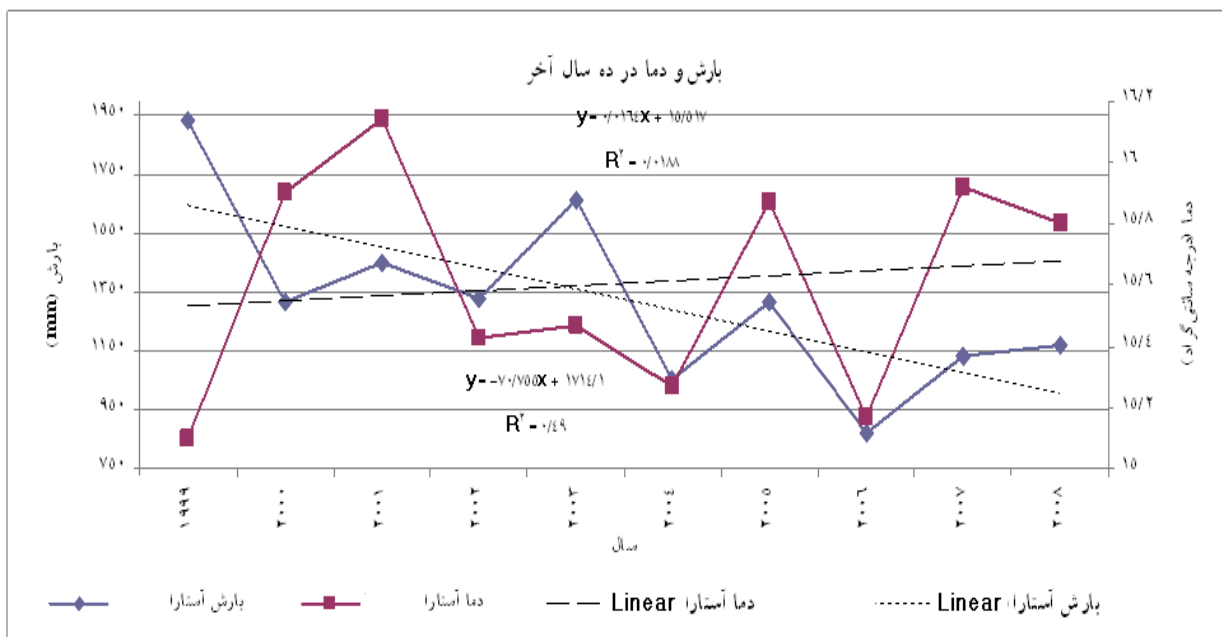
تمام داده‌های ارائه شده در این تحقیق اعم از آمارهای هواشناسی به دوره زمانی ۴۴ ساله از سال ۱۳۴۳ (۱۹۶۴) تا سال ۱۳۸۷ (۲۰۰۸) مربوط می‌شوند.

## عوامل اقلیمی

تغییرات میزان بارش و دما در ایستگاه اقلیم شناسی آستارا به همراه محور روند تغییرات (ترند) در شکل ۱ ارائه شده است. براساس محاسبه آماری میزان بارش و دما دارای روند افزایشی محدودی بوده است، اما میزان افزایش دما  $(R^2=0/121)$  نسبت به افزایش بارش  $(R^2=0/050)$  شدیدتر بوده است. تغییرات مطلق دما و



شکل ۱- تغییرات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم شناسی آستارا در خلال سالهای ۱۳۴۳ تا سال ۱۳۸۷

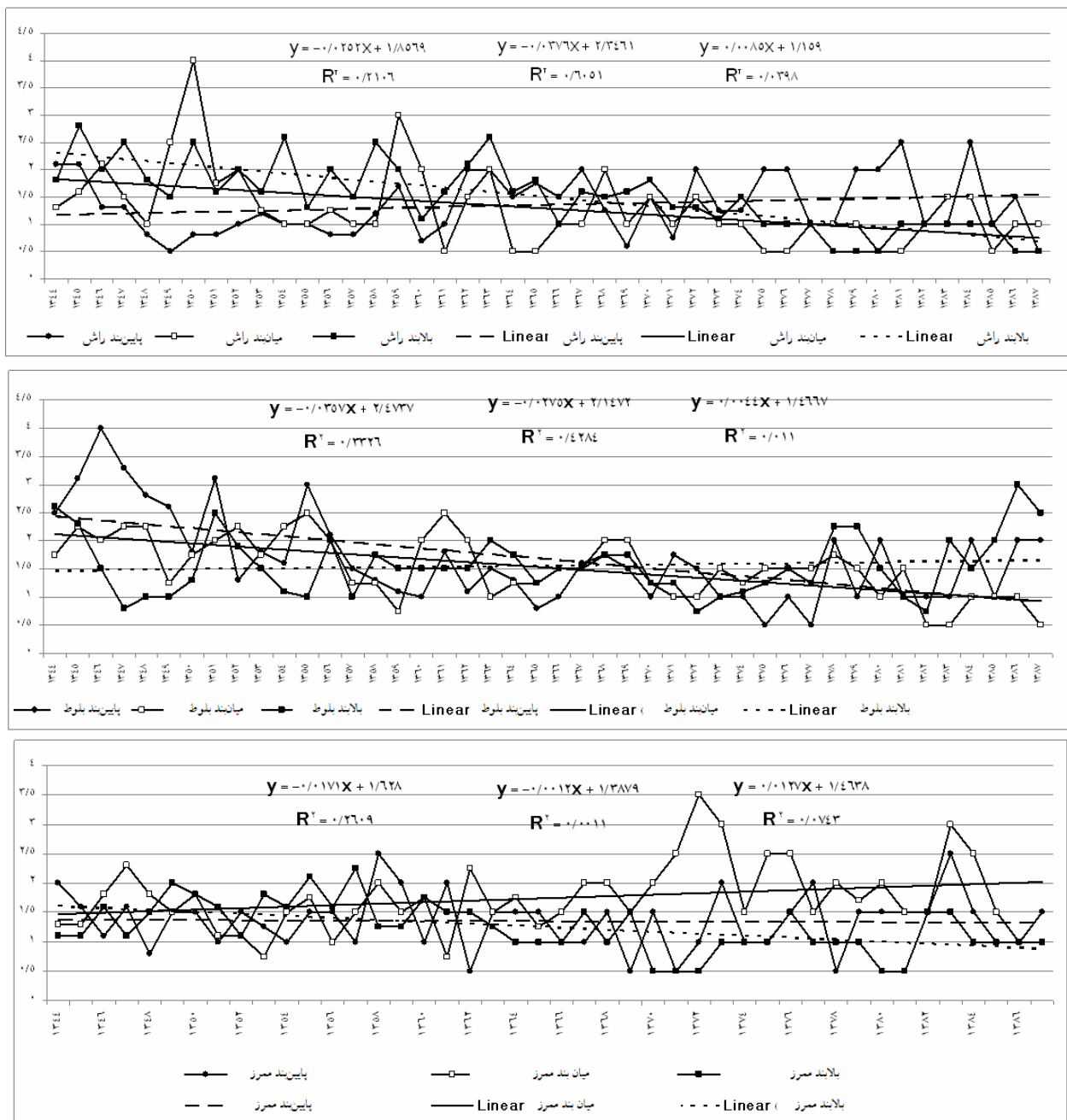


شکل ۲- برای ده سال اخیر - تغییرات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا (سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷)

جدول ۶- روند تغییرات پهنای دایر رویشی درختان مورد بررسی، در سه ارتفاع مختلف در مدت ۴۴ سال گذشته

منطقه آستارا گونه‌ها	پایین بند		
	پایین بند	میان بند	بالا بند
<i>Fagus orientalis</i> (راش)	↑ Y= 0.008X +1.159	↓ Y= -0.025X +1.856	↓ Y= -0.037X +2.346
<i>Quercus castanifolia</i> (بلند مازو)	↓ Y= -0.035X +2.473	↓ Y= -0.027X +2.147	↑ Y= 0.004X +1.466
<i>Carpinus betulus</i> (ممرز)	↓ Y= -0.001X +1.387	↑ Y= 0.012X +1.463	↓ Y= -0.017X +1.628

↑: میزان افزایشی رشد پهنای دایر رویشی « ↓: نرخ کاهشی رشد پهنای دایر رویشی



شکل ۳- پهنای دواير رویشی (میلی متر) برای راش (*Fagus orientalis* Lipsky) (گراف بالا)، بلندمازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.) (گراف میانی)، و ممرز (*Carpinus betulus* L.) (گراف پایین) در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند برای سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۷

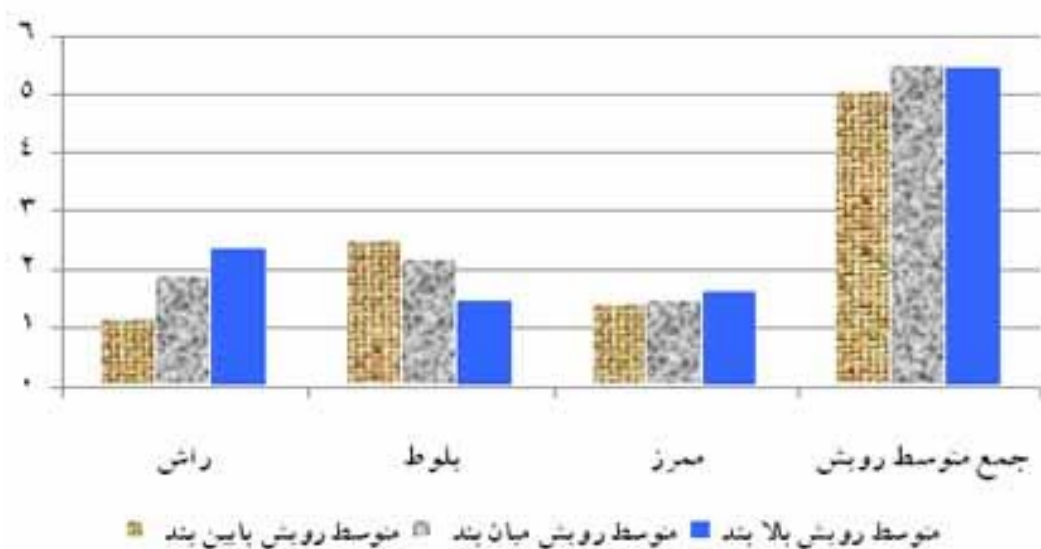
در جدول ۶ نشان داده شده است. در ارتفاع پایین‌بند (۴۰۰ متر)، خط تغییرات راش روند افزایشی را در مدت

روند تغییرات پهنای دواير رویشی در سه گونه مورد مطالعه راش، بلندمازو و ممرز در سه ارتفاع از سطح دریا



پهنای دواير رویشی را تولید نموده و با کاهش ارتفاع به میان‌بند و پایین‌بند میزان پهنای دواير نیز کاهش پیدا کرده است (شکل ۴). بلندمازو به طور معکوس در پایین‌بند حداکثر رویش دواير را تولید نموده و با افزایش ارتفاع به میان‌بند و بالابند میزان پهنای دواير کاهش یافته است (شکل ۴). ممرز مشابه راش یک روند افزایشی در پهنای دواير رویشی از پایین‌بند به میان‌بند و بالابند، ولی با نرخ بسیار ملایم‌تر دارد (شکل ۴).

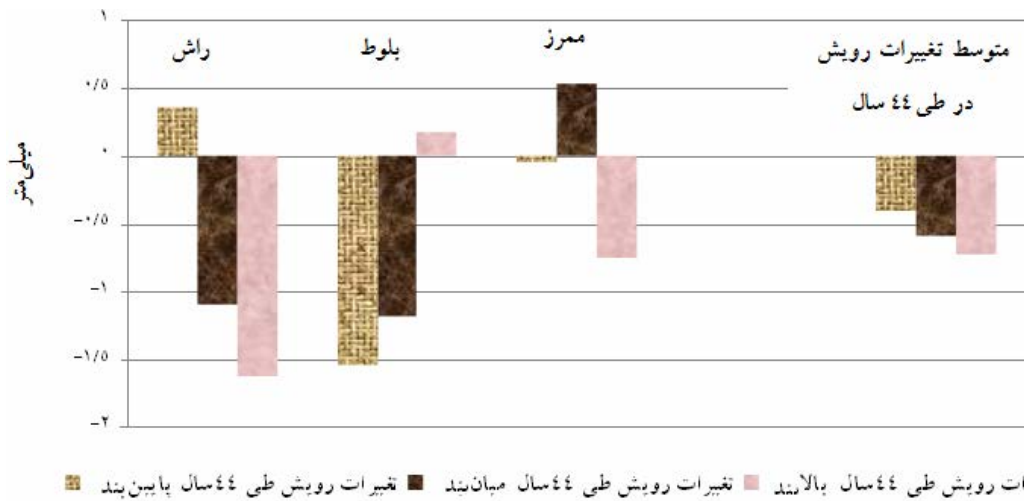
زمان ۴۴ سال گذشته نشان می‌دهد، در حالی که دو گونه بلندمازو و ممرز روند کاهشی داشته‌اند. در ارتفاع میان‌بند (۹۰۰ متر)، ممرز و در ارتفاع بالابند (۱۲۵۰ متر)، بلندمازو روند افزایشی را نشان می‌دهند (جدول ۶ و شکل ۵). میانگین پهنای دواير رویشی برای راش، بلندمازو، و ممرز و مجموع رشد سه گونه در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند در سال‌های ۱۳۴۳ تا سال ۱۳۸۷ در شکل ۳ ارائه شده است. راش در ارتفاع بالابند حد اکثر



شکل ۴- میانگین پهنای دواير رویشی به میلی‌متر برای راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، بلندمازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.) و ممرز (*Carpinus betulus* L.) و مجموع رشد سه گونه در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند برای سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۷

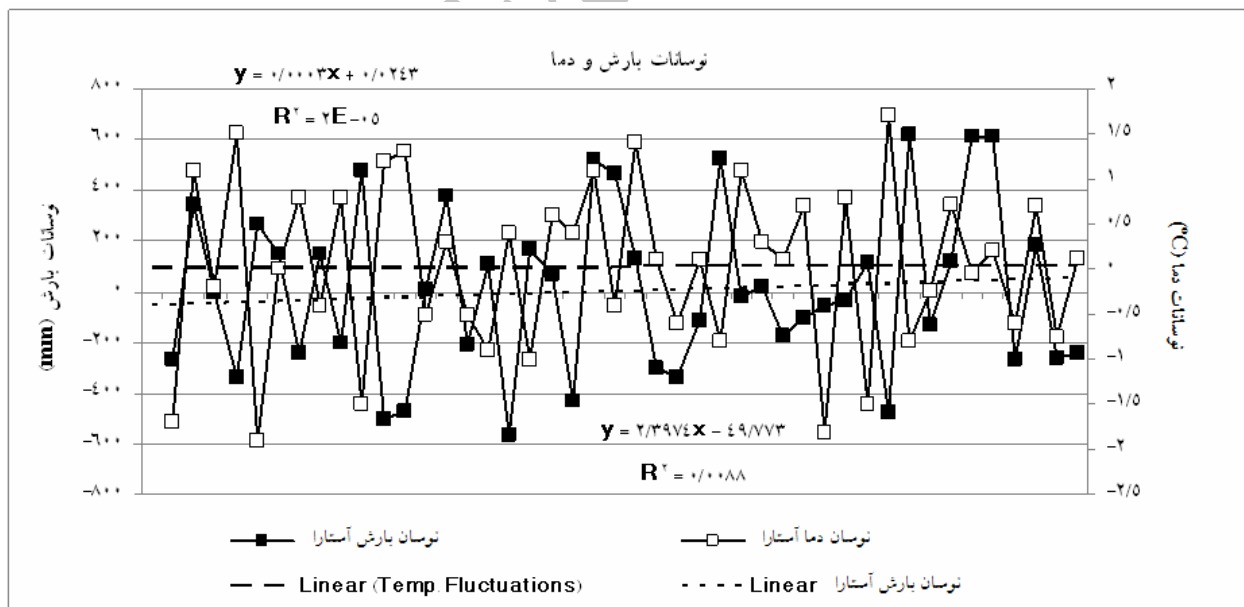
است. اما به‌طور استثناء این متوسط برای راش در ارتفاع پایین‌بند، برای ممرز در ارتفاع میان‌بند و در ارتفاع بالابند برای گونه بلندمازو افزایش نشان می‌دهد (شکل ۵). همچنین متوسط رشد این سه گونه با افزایش ارتفاع از پایین‌بند به بالابند کاهش یافته است (شکل ۵).

متوسط تغییرات رشد سالانه دواير رویشی راش، بلندمازو و ممرز و متوسط تغییرات رشد سه گونه در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند در مدت ۴۴ سال گذشته در شکل ۵ ارائه شده است. کاهش متوسط تغییرات پهنای دواير رویشی به‌طور معنی‌داری اتفاق افتاده



شکل ۵- متوسط تغییرات سالیانه پهنای دواير رویشی به میلی‌متر برای راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، بلندمازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.)، و ممرز (*Carpinus betulus* L.) و متوسط تغییرات رشد سه گونه در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۴۳

تغییرات نوسانات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا از سال ۱۳۴۳ تا سال ۱۳۸۷ (شکل ۶ و جدول ۷)، از میزان مطلق آنها معنی‌دارتر می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۶- تغییرات نوسانات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۴۳ محاسبات آماری (تحلیل متغیرها ANOVA)

تجزیه و تحلیل همبستگی و ارتباط بین بارش، دما، نوسانات بارش و نوسانات دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در مدت ۴۴ سال گذشته در جدول ۸ ارائه شده است. ارتباط همبستگی پیرسون از ۱+ به‌عنوان همبستگی مثبت کامل تا ۱- به‌عنوان همبستگی منفی کامل تغییر می‌نماید (جدول ۷).

جدول ۷- میزان ارتباط همبستگی پیرسون و دامنه تغییرات آن

میزان همبستگی	منفی	مثبت
بدون همبستگی	۰/۰ تا ۰/۰۹-	۰/۰ تا ۰/۰۹
همبستگی کم	۰/۱ تا ۰/۳-	۰/۱ تا ۰/۳
همبستگی متوسط	۰/۳ تا ۰/۵-	۰/۳ تا ۰/۵
همبستگی قوی	۰/۵ تا ۱/۰-	۰/۵ تا ۱/۰

رگرسیون کمترین مربعات بخشی (Partial Least Squares - PLS)، روشی است که برای تجزیه و تحلیل رگرسیون چند جانبه به‌کار گرفته می‌شود. این روش خصوصاً زمانی مناسب است به‌کار گرفته شود که ما همبستگی متغیرهای وابسته را به یک سری متغیرهای مستقل بررسی می‌نماییم (Abdi, 2003).

تجزیه و تحلیل متغیرها برای رگرسیون کمترین مربعات بخشی (Partial Least Squares - PLS): سال، بارش، دما، نوسانات بارش، و نوسانات دما، در مقابل بلوط-پایین، بلوط-متوسط، بلوط-بالا، ممرز-پایین، ممرز-متوسط، ممرز-بالا، راش-پایین، راش-متوسط، راش-بالا در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ۴۴ سال گذشته در جدول ۹ ارائه شده است. روش تحلیل آماری

جدول ۸ - همبستگی و ارتباط بین بارش، دما، نوسانات بارش و نوسانات دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ۴۴ سال گذشته

	بارش	دما	نوسانات بارش
دما	-۰/۰۳۷ ۰/۸۱۴		
نوسانات بارش	-۰/۴۷۲ ۰/۰۰۱	۰/۲۲۷ ۰/۱۳۹	
نوسانات دما	۰/۱۱۵ ۰/۴۵۸	-۰/۷۲۱ ۰/۰۰۰	-۰/۲۶۴ ۰/۰۸۴

توضیح: در هر سلول از جدول عدد بالا و پائین به ترتیب ضریب همبستگی پیرسون و مقدار p را نشان می‌دهد.

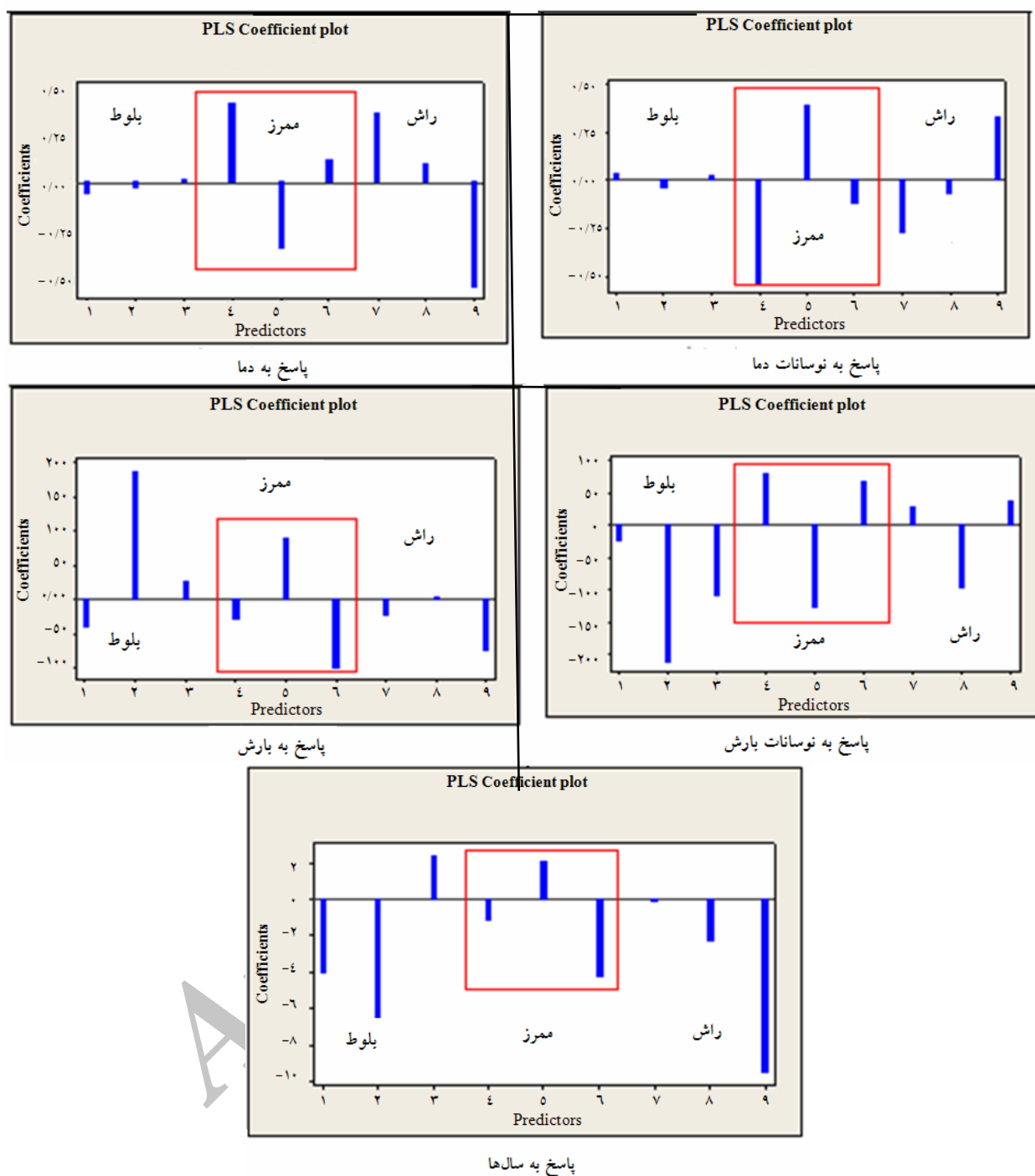
جدول ۹- تجزیه و تحلیل متغیرها برای رگرسیون PLS: سال، بارش، دما، نوسانات بارش و نوسانات دما، در مقابل بلوط- پایین (۱)، بلوط- متوسط (۲)، بلوط- بالا (۳)، ممرز-پایین (۴)، ممرز- متوسط (۵)، ممرز- بالا (۶)، راش-پایین (۷)، راش- متوسط (۸)، راش- بالا (۹) در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ۴۴ سال گذشته

تعداد مولفه ها: ۹					
آنالیز واریانس برای سال					
منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۵۹۸۳/۵۱	۶۶۴/۸۳۴	۲۰/۳۴	۰/۰۰۰
باقیمانده خطا	۳۴	۱۱۱۱/۴۹	۳۲/۶۹۱		
جمع	۴۳	۷۰۹۵/۰۰			
آنالیز واریانس برای بارش					
منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۴۶۵۷۱۸	۵۱۷۴۶/۴	۰/۸۹	۰/۵۴۳
باقیمانده خطا	۳۴	۱۹۷۵۱۲۵	۵۸۰۹۵/۷		
جمع	۴۳	۲۴۴۰۹۷۲			
آنالیز واریانس برای دما					
منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۷/۳۰۱۳	۸۱۱۲۵۳/۰	۲/۲۴	۰/۰۴۳
باقیمانده خطا	۳۴	۱۲۳۰۱۶	۳۶۱۸۱۱/۰		
جمع	۴۳	۱۹/۶۰۲۸			
واریانس برای نوسانات بارش					
منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۹۲۸۵۶۹	۱۰۳۱۷۴	۰/۹۵	۰/۵۰۰
باقیمانده خطا	۳۴	۳۴۱۱۰۰۵	۱۰۹۱۴۷		
جمع	۴۳	۴۶۳۹۵۷۴			
آنالیز واریانس برای نوسانات دما					
منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۵/۷۵۵۷	۰/۶۳۹۵۱۷	۰/۶۸	۰/۷۲۱
باقیمانده خطا	۳۴	۳۱/۹۴۰۰	۰/۹۳۹۴۱۲		
جمع	۴۳	۳۷/۶۹۵۷			

در مقابل بلوط- پایین، بلوط- متوسط، بلوط- بالا، ممرز- پایین، ممرز- متوسط، ممرز- بالا، راش- پایین، راش- متوسط، راش- بالا در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ۴۴ سال گذشته در شکل ۷ ارائه شده است.

### تجزیه و تحلیل پلات‌های ضریب PLS

تجزیه و تحلیل متغیرها برای پلات‌های ضریب رگرسیون کمترین مربعات بخشی (coefficient plots) PLS): سال، بارش، دما، نوسانات بارش، و نوسانات دما،



شکل ۷- تجزیه و تحلیل متغیرها برای پلات‌های ضریب رگرسیون کمترین مربعات بخشی (PLS coefficient plots): سال، بارش، دما، نوسانات بارش و نوسانات دما، در مقابل بلوط- پایین (۱)، بلوط- متوسط (۲)، بلوط- بالا (۳)، ممرز- پایین (۴)، ممرز- متوسط (۵)، ممرز- بالا (۶)، راش- پایین (۷)، راش- متوسط (۸)، راش- بالا (۹) در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ۴۴ سال گذشته از ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۷

## بحث

در نیمکره شمالی جنس بلوط (*Quercus*) به طور گسترده پراکنش دارد و به عنوان یک درخت مقاوم به خشکی با ریشه عمیق در مناطق خشک رویش دارد (Barnes et al., 1998). چهار پنجم (۸۰٪) گونه های بلوط بین عرض ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی و استوا واقع شده اند و فقط شش تا هفت گونه آن تا عرض ۵۰ درجه شمالی پیش می رود. همچنین فقط ۲٪ بین ۳۰ درجه و ۴۰ درجه شمالی قرار گرفته اند (Axelrod, 1983). همان طور که اشاره شد منطقه مورد مطالعه در این تحقیق نیز دارای عرض شمالی حدود ۳۷ و ۳۸ درجه شمالی می باشد. بلوطها دارای تنوع ژنتیکی وسیع می باشند و تا ۵۰۰ گونه از آنها تشخیص داده شده است (Barnes et al., 1998). گونه های جنس راش به طور عموم مقاوم به سایه هستند توسط بذر بر بلوط در اشکوب زیرین غلبه می نمایند و یا چندین دهه به آرامی رویش می نمایند تا باعث مرگ و یا زوال بلوط می شوند (Barnes et al., 1998). در آسیا گونه های بلوط (*Q. aegylops*)، (*Q. castaneaeifolia*) و (*Q. infectoria*) به طور گسترده در عراق، ایران و مناطق اطراف آنها پراکنده هستند (Barnes et al., 1998). گونه راش نیز از یونان تا ارتفاعات کوهستانی آسیا و قفقاز تا مناطق جنگلی خزر در شمال ایران گسترش دارند (Barnes et al., 1998).

اقالیم مختلف باعث بوجود آمدن اکوسیستم های متفاوت می شوند. اکوسیستم های مختلف، زیست توده های متنوعی ایجاد می نمایند. تولید خالص اولیه در هر اکوسیستم می تواند تا حدودی به عنوان برآیند عکس العمل یک اکوسیستم نسبت به عوامل محیطی و اقلیمی محل رویش آن مورد توجه قرار گیرد. تحت تأثیر تغییرات

محیطی و اقلیمی میزان تولید خالص اولیه نیز تغییر می نماید (Jafar 2010b). رشد درخت و تولید چوب به عنوان بخش اصلی تولید زیست توده در اکوسیستم های جنگلی به حساب می آید. تولید خالص و نیز تولید ناخالص اولیه در اکوسیستم های مختلف به عنوان ابزاری مهم در محاسبه میزان تولید زیست توده اکوسیستم ها به کار گرفته می شود. تفاوت در تولید خالص اولیه قسمت فوقانی زمین (aboveground net primary productivity - ANPP)، در مناطق مختلف جغرافیایی، به طور تصادفی اتفاق نمی افتد و بنظر می رسد به شدت به الگوهای اقلیمی بستگی دارد (Barnes, 1998). تولید خالص اولیه قسمت فوقانی زمین (ANPP)، نسبتاً در مناطق با اقلیم سرد و خشک پایین و به سرعت با افزایش دما و بارش افزایش می یابد (Lieth, 1973, Barnes et al., 1998).

تبخیر و تعرق واقعی یک عامل اقلیمی دارای اهمیت از نظر اکولوژیک می باشد. در این عامل بارش و دما تلفیق می شود تا امکان تخمین آب تبخیر شده از سطح گیاه و سطح خاک و نیز تعرق گیاه فراهم آید (Barnes et al., 1998). در مناطق کوهستانی، تغییرات تراز دما و بارش به طور چشم گیری اکوسیستم های مختلفی با بهره وری و تولید متفاوتی را بوجود می آورد (Barnes et al., 1998). جنگلهای خزری واقع شده در دامنه شمالی البرز، در غرب دارای حداکثر بارش و رطوبت می باشند و میزان آن بتدریج به سمت شرق کاهش می یابد (جعفری، ۱۳۸۷ a)، در صورتی که از نظر دما تغییرات معنی داری از غرب به شرق ملاحظه نمی شود (جعفری، ۱۳۸۷ a). وقوع تغییر در روند بارش و دما در سال های اخیر باعث افزایش وقوع روزهای طوفانی در منطقه شده است (جعفری، ۱۳۸۷ b).

کاهش داشته‌اند. در ارتفاع میان‌بند (۹۰۰ متر)، ممرز و در ارتفاع بالابند (۱۲۵۰ متر)، بلندمازو روند افزایشی را نشان می‌دهند (جدول ۶ و شکل ۵). بررسی پهنای دوایر رویشی این سه گونه در ارتفاعات مختلف نشان می‌دهد گونه راش و به‌صورت ملایم‌تر ممرز با افزایش ارتفاع رشد بیشتری می‌نمایند، در حالی که رشد بلندمازو با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد (شکل ۴).

### منابع مورد استفاده

- جعفری مصطفی a ۱۳۸۷. تحقیق و تحلیل عوامل تغییر اقلیم در طول پنجاه سال گذشته در جنگلهای منطقه خزری، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، سری ۳۲، جلد ۱۶، شماره ۲، صفحه ۳۲۶ - ۳۱۴.

- جعفری مصطفی b ۱۳۸۷. نوسانهای وقوع باد و روزهای طوفانی طی نیم قرن گذشته در منطقه خزری، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۶، شماره ۴، صفحه ۵۹۸ - ۵۸۳.

-Abdi, Herve (2003). Partial Least Squares (PLS) Regression, In: Lewis-Beck M., Bryman, A., Futing T. (Eds.) (2003). Encyclopedia of Social Sciences Research Methods. Thousand Oaks (CA): Sage.

-Arbeitsgebiete (2011). Arbeitsgebiete - Dendroecology and Dendroclimatology <http://www.bfafh.de/inst4/42/oekoklim1.htm>.

-Arizona lab (2011). <http://www.ltr.arizona.edu/ecology/>, and (The University of Arizona, Tucson Arizona, Laboratory of Tree-Ring Research, Dendroecology, Summer Pre-Session 2007, 14 May-1 June, Course Syllabus).

-Axelrod, D. I. (1983). Biogeography of oaks in the Arcto-Tertiary Province. Ann Missouri Bot. Gard. 70: 629-657.

-Badeau Vincent, Michel Becker, Didier Bert, Jean-Luc Dupouey, François Lebourgeois and Jean-François Picard (1996). Long-Term Growth Trends of Trees: Ten Years of Dendrochronological Studies in France (INRA), in "Growth trends in European Forests" Edited Spiecker et al., 1996, 372 pages, INRA, Forest Ecophysiology Unit, F-54280 Champenoux, France.

-Barnes Burton V., Zak Donald R., Denton Shirley R., and Spurr Stephen H. (1998). Forest Ecology, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp 774.

در بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر روی اکوسیستم‌های طبیعی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود (Jafari 2010a). روش گاهشناسی درختی به‌عنوان روشی قابل اطمینان در این نوع ارزیابی اثرها معرفی شده است (Jafari 2010a). عکس‌العمل درختان نسبت به تغییرات اقلیمی و محیطی در ارتفاعات مختلف و شرایط دمایی و رطوبتی گوناگون متفاوت است، با توجه به نیازهای اکولوژیک درختان، پاسخ‌های آنها به شرایط اقلیمی و محیطی محل رویش‌شان، به تیپ جنگلی و ترکیب گونه‌ها بستگی دارد. در مقایسه سه گونه مورد مطالعه راش، بلندمازو و ممرز، افزایش رویش یک گونه درختی نسبت به دو درخت دیگر در هر یک از نقاط ارتفاعی مورد بررسی، مبین ترجیح نیاز اکولوژیک به رویشگاه‌های مختلف و امکان تطبیق و سازگاری با شرایط جدید است که احتمالاً بوجود آمده است.

در پنج سال منتهی به سال ۱۳۸۷ پهنای دوایر رویشی برای ممرز و نیز راش در هر سه ارتفاع کاهش یافته است، اما پهنای دوایر رویشی در بلندمازو افزایش یافته است (شکل ۳). از آنجا که بارش در ده سال منتهی به سال مذکور روند کاهشی داشته است (شکل ۱)، احتمالاً این مسئله بخاطر مزیت نورپسندی بلوط و تحمل بیشتر آن به خشکی می‌باشد. با بررسی روند تغییرات پهنای دوایر رویشی در سه گونه مورد مطالعه راش، بلندمازو و ممرز در سه ارتفاع از سطح دریا، نتایج این طور نشان می‌دهند که در هر عرصه ارتفاعی مورد مطالعه فقط یک گونه مزیت افزایش رشد داشته و دو گونه دیگر روند کاهشی را نشان داده‌اند (جدول ۶). در ارتفاع پایین‌بند (۴۰۰ متر)، خط تغییرات راش روند افزایشی را در ۴۴ سال گذشته نشان می‌دهد، در حالی که دو گونه بلندمازو و ممرز روند

- Methods (in English), Publication Number 421, Book ISBN: 978-946-473-313-0, Research Institute of Forests and Rangelands Publication, Tehran, Iran, pp 332.
- Jafari M. (2010b). Net Primary Production (NPP) changes in Iranian Forest, Rangeland and Desert Ecosystems Impacted by Climate Change as doubling CO<sub>2</sub> Concentration, presented in 4rccc 2010 (4<sup>th</sup> Regional Conference on Climate Change proceeding).
  - Lieth, H. (1973). Primary production in terrestrial ecosystems. *Human Ecology* 1: 303-332.
  - Nuhoglu Y. (2006). Anew Approach to Air Pollution Determination Using Annual Rings: Dendro-Chemical Elemental Analysis of Annual Rings by SEM-EDS, *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 15, No. 1 (2006), 111-119.
  - Sheppard, Paul R. , Michael H. Ort, Kirk C. Anderson, Mark D. Elson, Lorenzo Vázquez-selem, Angelika W. Clemens, Nicole C. Little, and Robert J. Speakman (2008). Multiple Dendrochronological Signals Indicate the Eruption of ParíCutin Volcano, Michoacán, Mexico, *Tree-Ring Research* 64(2):97-108. 2008, doi: 10.3959/2008-3.1.
  - Swetnam, T. W., C. D. Allen, and J. L. Betancourt. 1999. Applied historical ecology: Using the past to manage for the future. *Ecological Applications* 9(4): 1189-1206.
  - Yale site(2011).[https://classes.yale.edu/02-03/fes519b/methods-2003/Methods\\_and\\_Results/dendrodef.html](https://classes.yale.edu/02-03/fes519b/methods-2003/Methods_and_Results/dendrodef.html) .
  - Dendroecology lab (2011). Department of Geography and Planning Appalachian State University, Dendroecology lab: <http://www.geo.appstate.edu/facilities-equipment/dendroecology-lab>
  - Di Filippo Alfredo, Alfredo Alessandrini, Franco Biondi, Silvia Blasi, Luigi Portoghesi and Gianluca Piovesan (2010). Climate change and oak growth decline: Dendroecology and stand productivity of a Turkey oak (*Quercus cerris* L.) old stored coppice in Central Italy, *Annals of Forest Science* Volume 67, Number 7, October-November (2010) 706, pp14, 10.1051/forest/2010031.
  - Drobyshev Igor, Rolf Övergaard, Igor Saygin, Mats Niklasson, Thomas Hickler, Matts Karsson and Martin T. Sykes (2010). Masting behavior and dendrochronology of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in southern Sweden, *Forest Ecology Management* 259 (2010) 2160-2171.
  - Ecosystem Dynamics (2011). <http://biogeo.botanik.uni-greifswald.de/index.php?id=9> Ecosystem Dynamics.
  - Fritts, H. C., and T. W. Swetnam. 1989. Dendroecology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments. *Advances in Ecological Research* 19:111-188.
  - Grime, J. P. (1966). Shade avoidance and shade tolerance in flowering plants. In R. Bainbridge, G. C. Evans, and O. Rackham (eds.), *Light as an Ecological Factor*. Blackwell, Oxford, England.
  - Jafari M. (2010a) Climate Change Impact on Iranian Ecosystems, With review on Climate Change Study



## A new approach to dendroecological studies: Climate change impact on forest' wood production in Astara (Gilan)

Jafari, M.

- Academic member and Head of Forest Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran  
Email: mostafajafari@rifr-ac.ir, mostafajafari@libero.it,

Received: May, 2011

Accepted: June, 2012

### Abstract

This paper presents a new approach to forest wood production and stand productivity through dendroecology and analysis of the annual tree rings of forest broadleaves species. Based on this approach, samples were collected from different heights of the trees and the circumferential growth and wood production under the growth conditions were determined and the impact of probable competition was investigated. The application of tree dendrochronological method is also considered. The results of this study as part of a comprehensive work showed that in the Caspian forest region, this method can be used for such evaluation for more than last five years. A minimum three tree species namely oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), oak (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.) and hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in three different elevations along the transect line (profile line) from low (400 m), medium (900 m) and high elevation (1250 m) in Astara, Gilan region were selected. Various behaviors of tree species and their responses to climate changes have been recorded in different elevations.

**Key words:** New method approach, dendroecological studies, wood production, beech, oak, hornbeam.