DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2012.109627

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۷، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ۷۰٦-٦۹۰، (۱۳۹۱)

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@rifr-ac.ir ،mostafajafari@libero.it

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۱

چکیده

این تحقیق رهیافت جدیدی را در کار برد روش گاهشناسی درختی در تولید چوب گونه‌های پهن‌برگ درختان جنگلی ارائه می‌نماید. برمبنای 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 (٤۰۰ 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

دوایر رویشی در درختان معمولاً رویش سالانه آنها را نشان می‌دهد. نمونه‌ها هم از درختان سرپا و هم از درختان قطع شده قابل تهیه می‌باشد. حتی چوب‌های ذغال شده و یا الوارهای مورد استفاده در معماری ساختمان‌ها برای هدف گاهشناسی درختی نمونه‌برداری شده‌اند (Yale site, 2011). روش گاهشناسی درختی (dendrochronology) به‌منظور بررسی اثرهای تغییرات

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 پی‌ببریم. دوایر رویشی ابزار مهمی جهت درک دینامیک جنگل و تنوع آب و هوائی 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 (Swentnam *et al.*, 1999، Fritts and Swetnam, 1989; Arizona lab, 2011; Dendroecology 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 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 پاسخ‌گوئی 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 متغییرهای 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* L.) 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 حد اقل 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)

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

به‌طور مثال کد (GCIIIQ۲) بیانگر اینست که نمونه از استان گیلان (G)، پروفیل سوم (C)، ارتفـاع ۱۲۵۰ متـر از سطح دریا (III) از گونـه بلـوط (Q) تهیـه شـده اسـت و تکرار دوم (۲) می‌باشد.

در هر مورد ۸ فرم مربوط بـه ثبـت اطلاعـات عرصـه مورد مطالعه، شامل مشخصات سایت، نقاط مورد بررسی، مشخصات درختان، و نیز اطلاعـات اقلـیم و هواشناسـی، تکمیل شده است.

به‌منظـور انجـام مطالعـات ابتـدا مطـابق دسـتورالعمل (Jafari, 2010a) نسبت به انتخاب سایت اقدام شد. سپس در هـر سـایت پروفیـل مناسـب معـین گردیـد (Jafari, 2010a) و در هـر پروفیـل سـه نقطـه ارتفـاعی مشـخص شدند. در ادامه در هر نقطه ارتفاعی کـه بـه‌عنـوان عرصـه مورد بررسی در نظر گرفته شده بـود نسـبت بـه انتخـاب گونه و پایه مطلوب برای نمونه‌برداری اقدام گردید. از سه گونه درختی راش، بلوط، و ممرز بـه تعـداد حـداقل سـه تکرار نمونه‌برداری شدند. از هر تکرار از دو جهت شمالی و جنوبی نمونه تهیه گردید. سپس دوایر رویشـی در تمـام نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. یعنی مجموعاً حداقل تعداد ٥٤ نمونه در هر پروفیل مورد بررسی قرار گرفتند.

پس از اندازه‌گیری پهنای دوایر رویشی با بـه‌کـارگیری درشـت‌نمـای چشـمی (بینوکـولار) بـا دقـت حـداقل ۰/۱ میلیمتر، داده‌های ثبت شده مورد تجزیـه و تحلیـل آمـاری (Abdi, 2003)، تحلیل متغیرهـا (ANOVA) و رگرسـیون کمترین مربعات بخشـی (PLS) قـرار گرفتنـد. بـه‌منظـور بررسی ارتباط داده‌ها با شرایط اقلیمـی و آب و هـوائی، از داده‌های مربوط به دما و بارش ثبـت شـده در نزدیکتـرین ایستگاه هواشناسی بهره‌برداری گردید.

عرصه مورد مطالعه و انتخاب سایت

اطلاعات جغرافیائی محل مورد مطالعـه و مشخصـات 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 دمـا و بـارش و نیـز 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	۴۷° / ۳۰′	۴۸° / ۳۵′	۳۷° / ۳۰′	۳۸° / ۲۳′

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

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

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

ایستگاه اقلیم شناسی	متوسط سالیانه دما (درجه سانتیگراد)	متوسط سالیانه بارش (میلی‌متر)	ارتفاع از سطح دریا (متر)
آستارا	۱۵/۱	۱٦٤۲	۲۰ -

جدول ٤- شرح عرصه مورد بررسی و وضعیت تاج پوشش گونه‌های راش، بلندمازو و ممرز

شیبدار یا مسطح بودن سایت	تراکم پوشش سایت	شیب شمالی یا جنوبی	تعداد درخت	کد درخت	نام درخت	نام علمی درخت	محل نمونه‌برداری
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIIIQ۱ GCIIIQ۲ GCIIIQ۳	بلند مازو	*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.	**بالابند**
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIIIF۱ GCIIIF۲ GCIIIF۳	راش	*Fagus orientalis*	
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIIIC۱, GCIIIC۲ GCIIIC۳	ممرز	*Carpinus betulus* L.	
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIIQ۱ GCIIQ۲ GCIIQ۳	بلند مازو	*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.	**میان‌بند**
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIIF۱ GCIIF۲, GCIIF۳	راش	*Fagus orientalis*	
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIIC۱, GCIIC۲, GCIIC۳	ممرز	*Carpinus betulus* L.	
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIQ۱ GCIQ۲ GCIQ۳	بلند مازو	*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.	**پایین‌بند**
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIF۱ GCIF۲ GCIF۳	راش	*Fagus orientalis*	
شیبدار	متراکم	شمالی	۳	GCIC۱ GCIC۲ GCIC۳	ممرز	*Carpinus betulus* L.	

گونه‌های درختی انتخاب شده و نمونه‌ها

شرح توپوگرافی مناطق مورد بررسی از جمله شیب عرصه و نیز شرایط جنگلهـای ایـن منـاطق ارتفـاعی از نظـر تـراکم پوشش و کدگذاری‌های مورد استفاده بـرای گونـه‌هـای راش، بلندمازو و ممرز در جدول ٤ ارائه شده است. از هر گونه سـه تکرار و از هر درخت دو نمونه تهیه شده است.

جدول ٥- 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)
بالابند	*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.	بلند مازو	GCIIIQ١	٤	١٦	٣٤
			GCIIIQ٢	٢	١٣	٣٣
			GCIIIQ٣	٢٥	١٥	٤٢
	Fagus orientalis	راش	GCIIIF١	٥	٢٢	٣٧
			GCIIIF٢	٢	٢٦	٥٥
			GCIIIF٣	١	٢٧	٤٩
	Carpinus betulus L.	ممرز	GCIIIC١	٦	١٥	٣١
			GCIIIC٢	٣	٢٥	٤٦
			GCIIIC٣	٢	٢١	٣٧
میان‌بند	*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.	بلند مازو	GCIIQ١	٣	١٦	٢٨
			GCIIQ٢	٨	٢٠	٤٠
			GCIIQ٣	٣	١٨	٤٠
	Fagus orientalis	راش	GCIIF١	٦	١٤	٣٢
			GCIIF٢	٧	١٠	٤٤
			GCIIF٣	٨	١١	٤٤
	Carpinus betulus L.	ممرز	GCIIC١	٢	٢٠	٣١
			GCIIC٢	٢	١٥	٢٩
			GCIIC٣	٣	١٨	٥٢
پایین‌بند	*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.	بلند مازو	GCIQ١	٥	٢٨	٥٤
			GCIQ٢	٢	٣٥	٨٠
			GCIQ٣	٤	٢٢	٦٣
	Fagus orientalis	راش	GCIF١	٢	١٢	٣٢
			GCIF٢	٣	١٤	٣٧
			GCIF٣	٣	١٩	٥٤
	Carpinus betulus L.	ممرز	GCIC١	٤	٢٢	٤٢
			GCIC٢	٧	١٢	٤٣
			GCIC٣	١	٢١	٣٨

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 ٤٤ ساله از سال ۱۳٤۳ (۱۹٦٤) تا سال ۱۳۸۷ (۲۰۰۸) مربوط می‌شوند.

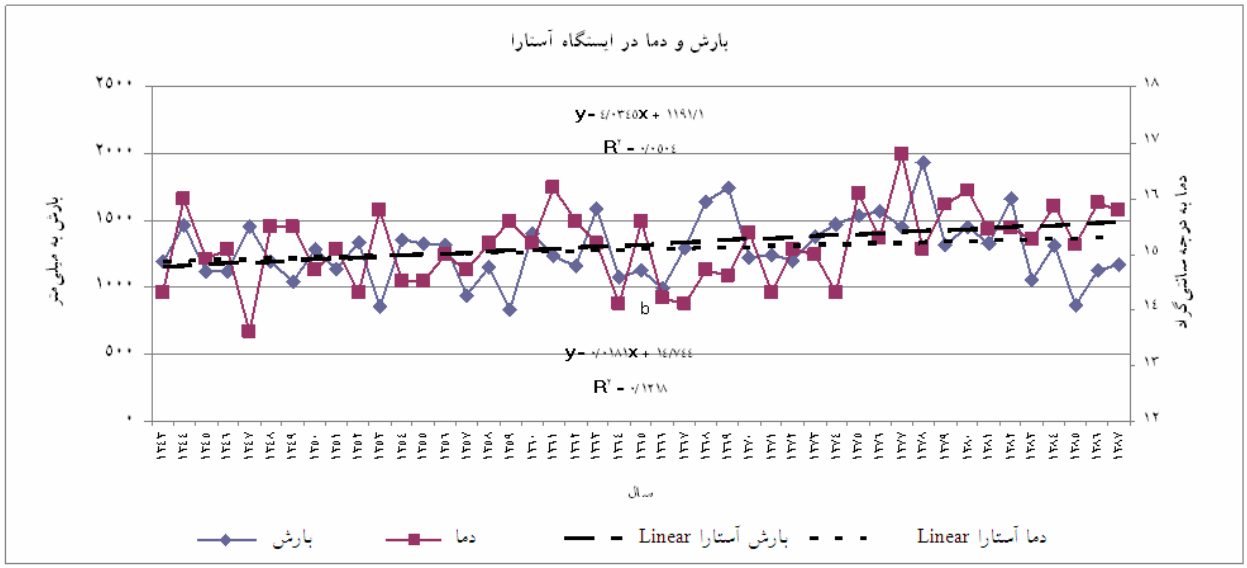
عوامل اقلیمی

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=۰/۱۲۱) نسبت به افزایش بارش (R^2=۰/۰۵۰) شدیدتر بوده است. تغییرات مطلق دما و بارش در مدت زمان ٤٤ سال گذشته به‌ترتیب به میزان (۰/۷۹۲ °C) و (۱۷۷/٤۹٦ mm) بوده است. اما در ۱۰ سال آخر بارش با میزان شدید (R^2=۰/٤۹) کاهش یافته و دما نیز با میزان ملایم‌تری (R^2=۰/۰۱۸) افزایش یافته است (شکل ۲).

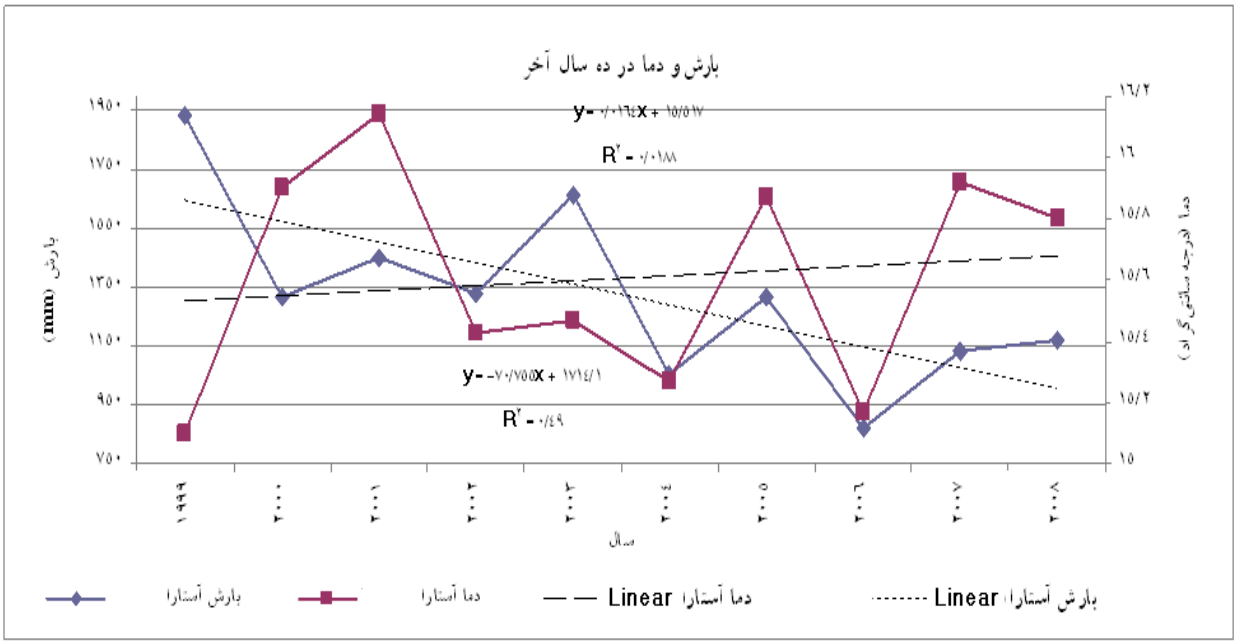
تجزیه و تحلیل آماری

پهنای دوایر رویشی

گراف‌های مربوط به پهنای دوایر رویشی برای راش (*Fagus orientalis* Lipsky) (گراف‌بالا)، بلندمازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.) (گراف‌میانی)، و ممرز (*Carpinus betulus* L.) (گراف‌پایین) در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند برای دوره ٤٤ ساله از سال ۱۳٤۳ تا سال ۱۳۸۷ در شکل ۳ ارائه شده است. برای پنج سال اخیر پهنای دوایر رویشی برای ممرز و نیز راش در هر سه ارتفاع کاهش، اما پهنای دوایر رویشی در بلندمازو افزایش یافته است.



شکل ۱- تغییرات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم شناسی آستارا در خلال سالهای۱۳٤۳ تا سال ۱۳۸۷

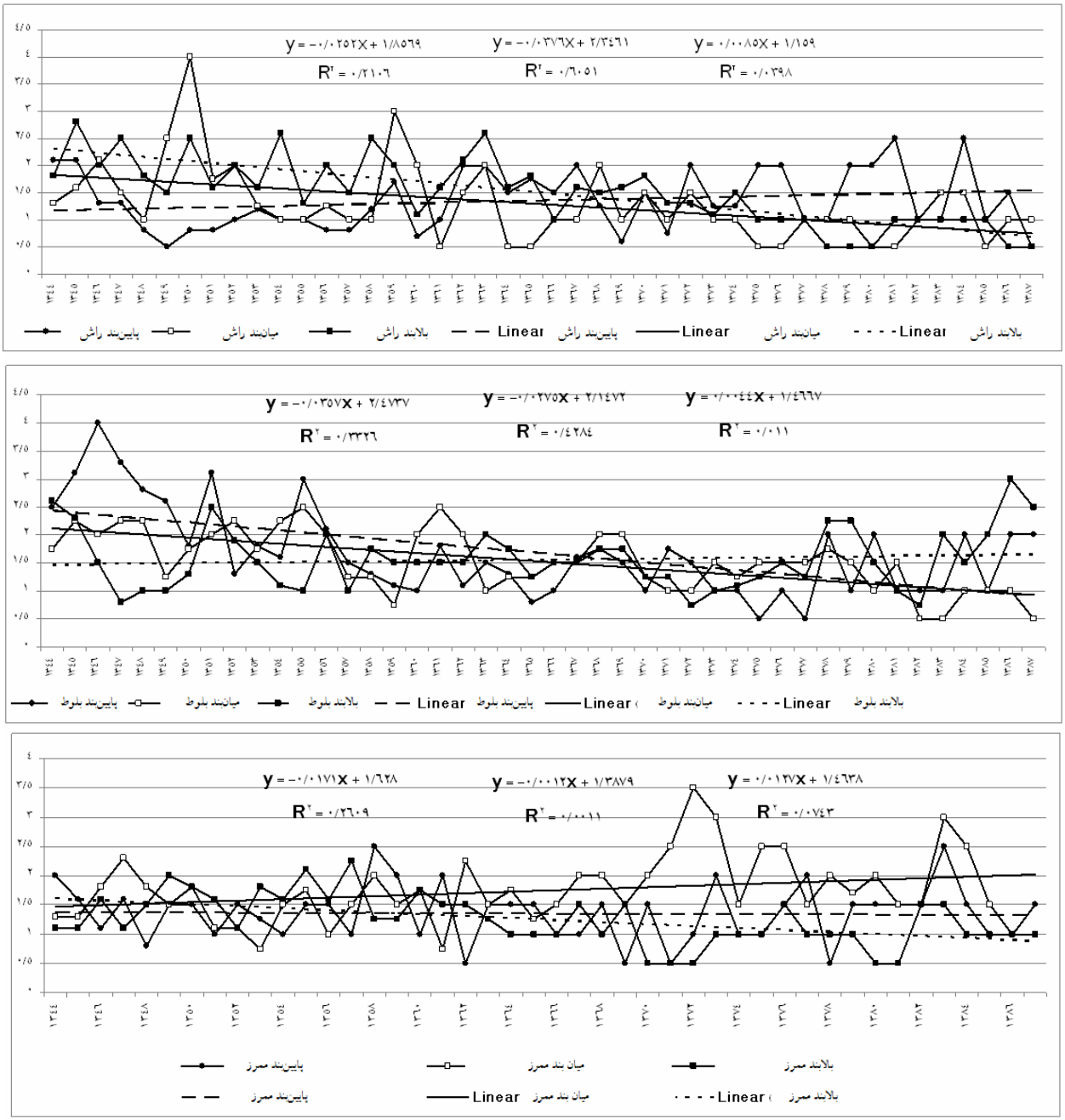


شکل ۲- برای ده سال اخیر - تغییرات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا (سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۷)

جدول ٦- روند تغییرات پهنای دوایر رویشی درختان مورد بررسی، در سه ارتفاع مختلف در مدت ٤٤ سال گذشته

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

↑: میزان افزایشی رشد پهنای دوایر رویشی» ↓: نرخ کاهشی رشد پهنای دوایر رویشی

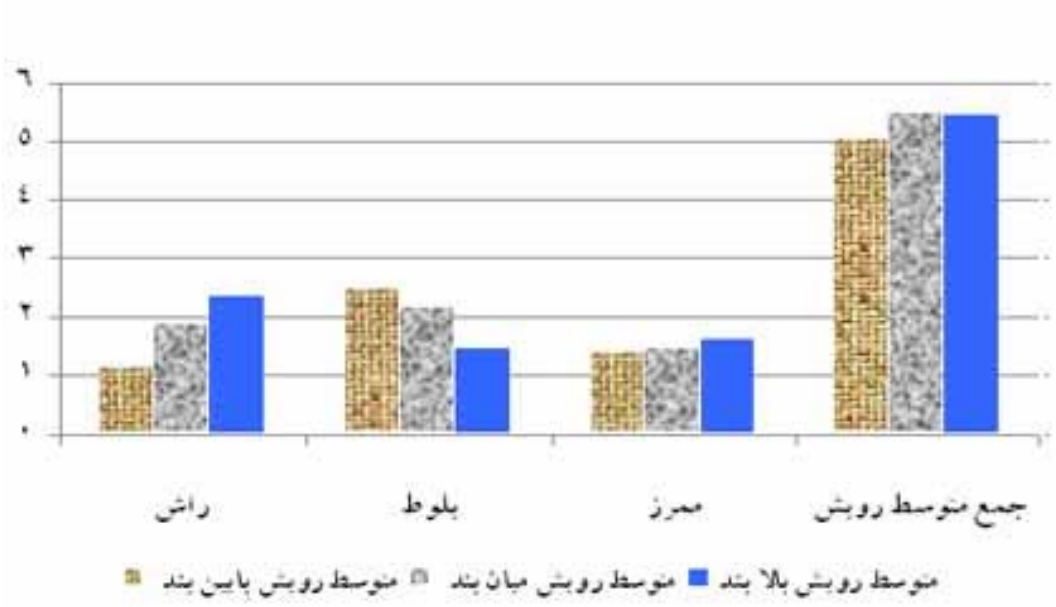


شکل ۳- پهنای دوایر رویشی (میلی‌متر) برای راش (*Fagus orientalis* Lipsky) (گراف‌بالا)، بلندمازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.) (گراف‌میانی)، و ممرز (*Carpinus betulus* L.) (گراف‌پایین) در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند برای سال‌های ۱۳٤۳ تا سال ۱۳۸۷

روند تغییرات پهنای دوایر رویشی در سه گونه مورد مطالعه راش، بلندمازو و ممرز در سه ارتفاع از سطح دریا در جدول ٦ نشان داده شده است. در ارتفاع پایین‌بند (٤۰۰ متر)، خط تغییرات راش روند افزایشی را در مدت

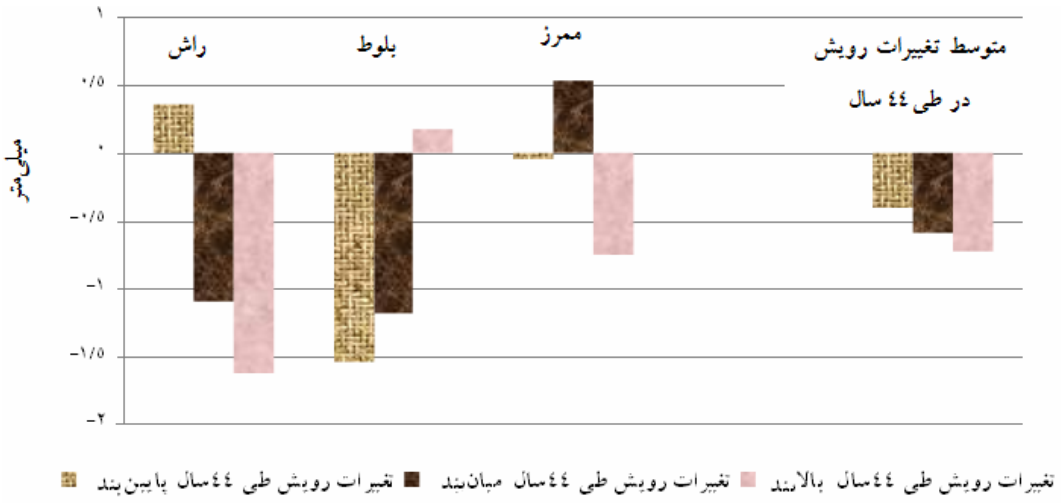
زمان ٤٤ سال گذشته نشان می‌دهد، در حالی که دو گونه بلندمازو و ممرز روند کاهشی داشته‌اند. در ارتفاع میان‌بند (۹۰۰ متر)، ممرز و در ارتفاع بالابند (۱۲۵۰ متر)، بلندمازو روند افزایشی را نشان می‌دهند (جدول ٦ و شکل ٥).

میانگین پهنای دوایر رویشی برای راش، بلندمازو، و ممرز و مجموع رشد سه گونه در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند در سال‌های ۱۳٤۳ تا سال ۱۳۸۷ در شکل ۳ ارائه شده است. راش در ارتفاع بالابند حد اکثر پهنای دوایر رویشی را تولید نموده و با کاهش ارتفاع به میان‌بند و پایین‌بند میزان پهنای دوایر نیز کاهش پیدا کرده است (شکل ٤). بلندمازو به طور معکوس در پایین‌بند حداکثر رویش دوایر را تولید نموده و با افزایش ارتفاع به میان‌بند و بالابند میزان پهنای دوایر کاهش یافته است (شکل ٤). ممرز مشابه راش یک روند افزایشی در پهنای دوایر رویشی از پایین‌بند به میان‌بند و بالابند، ولی با نرخ بسیار ملایم‌تر دارد (شکل ٤).



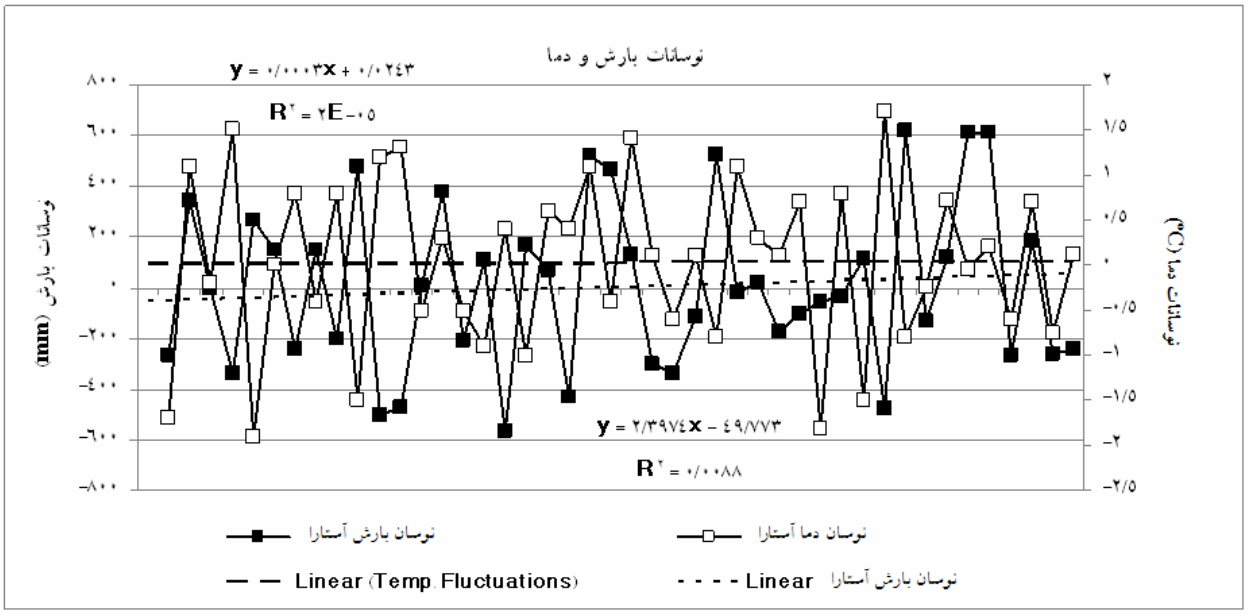
شکل ٤- میانگین پهنای دوایر رویشی به میلی‌متر برای راش (*Fagus orientalis* Lipsky)، بلند مازو (*Quercus castaneaefolia* C. A. Mey.)، و ممرز (*Carpinus betulus* L.) و مجموع رشد سه گونه در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند برای سال‌های ۱۳٤۳ تا ۱۳۸۷

متوسط تغییرات رشد سالیانه دوایر رویشی راش، بلندمازو و ممرز و متوسط تغییرات رشد سه گونه در سه ارتفاع بالابند، میان‌بند، و پایین‌بند در مدت ٤٤ سال گذشته در شکل ٥ ارائه شده است. کاهش متوسط تغییرات پهنای دوایر رویشی به‌طور معنی‌داری اتفاق افتاده 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 ٥). همچنین متوسط رشد این سه گونه با افزایش ارتفاع از پایین‌بند به بالابند کاهش یافته است (شکل ٥).



شکل ۵- متوسط تغییرات سالیانه پهنای دوایر 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 ۱۳٤۳ تا ۱۳۸۷

تغییرات نوسانات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا از سال ۱۳٤۳ تا سال ۱۳۸۷ (شکل ٦ و جدول ۷)، از میزان مطلق آنها معنی‌دارتر می‌باشد (شکل ۱).



شکل ٦- تغییرات نوسانات سالانه بارش و دما در ایستگاه اقلیم شناسی آستارا در سال‌های ۱۳٤۳ تا ۱۳۸۷

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 ٤٤ 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

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 ٤٤ سال گذشته در جدول ۹ ارائه شده است. روش تحلیل آماری رگرسیون کمترین مربعات بخشی (Partial Least – PLS Squares)، 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).

جدول ۸ - همبستگی و ارتباط بین بارش، دما، نوسانات بارش و نوسانات دما در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ٤٤ سال گذشته

	بارش	دما	نوسانات بارش
دما	۰/۰۳۷-		
	۰/۸۱٤		
نوسانات بارش	۰/٤۷۲-	۰/۲۲۷	
	۰/۰۰۱	۰/۱۳۹	
نوسانات دما	۰/۱۱۵	۰/۷۲۱-	۰/۲٦٤-
	۰/٤۵۸	۰/۰۰۰	۰/۰۸٤

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 (٤)، ممرز- متوسط (۵)، ممرز- بالا (٦)، راش-پایین (۷)، راش- متوسط (۸)، راش- بالا (۹) در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ٤٤ سال گذشته

تعداد مولفه ها :۹

آنالیز واریانس برای سال

منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۵۹۸۳/۵۱	٦٦٤/۸۳٤	۲۰/۳٤	۰/۰۰۰
باقیمانده خطا	۳٤	۱۱۱۱/٤۹	۳۲/٦۹۱		
جمع	٤۳	۷۰۹۵/۰۰			

آنالیز واریانس برای بارش

منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	٤٦۵۷۱۸	۵۱۷٤٦/٤	۰/۸۹	۰/۵٤۳
باقیمانده خطا	۳٤	۱۹۷۵۱۲۵	۵۸۰۹۵/۷		
جمع	٤۳	۲٤٤۰۹۷۲			

آنالیز واریانس برای دما

منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۷/۳۰۱۳	۸۱۱۲۵۳/۰	۲/۲٤	۰/۰٤۳
باقیمانده خطا	۳٤	۱۲/۳۰۱٦	۳٦۱۸۱۱/۰		
جمع	٤۳	۱۹/٦۰۲۸			

واریانس برای نوسانات بارش

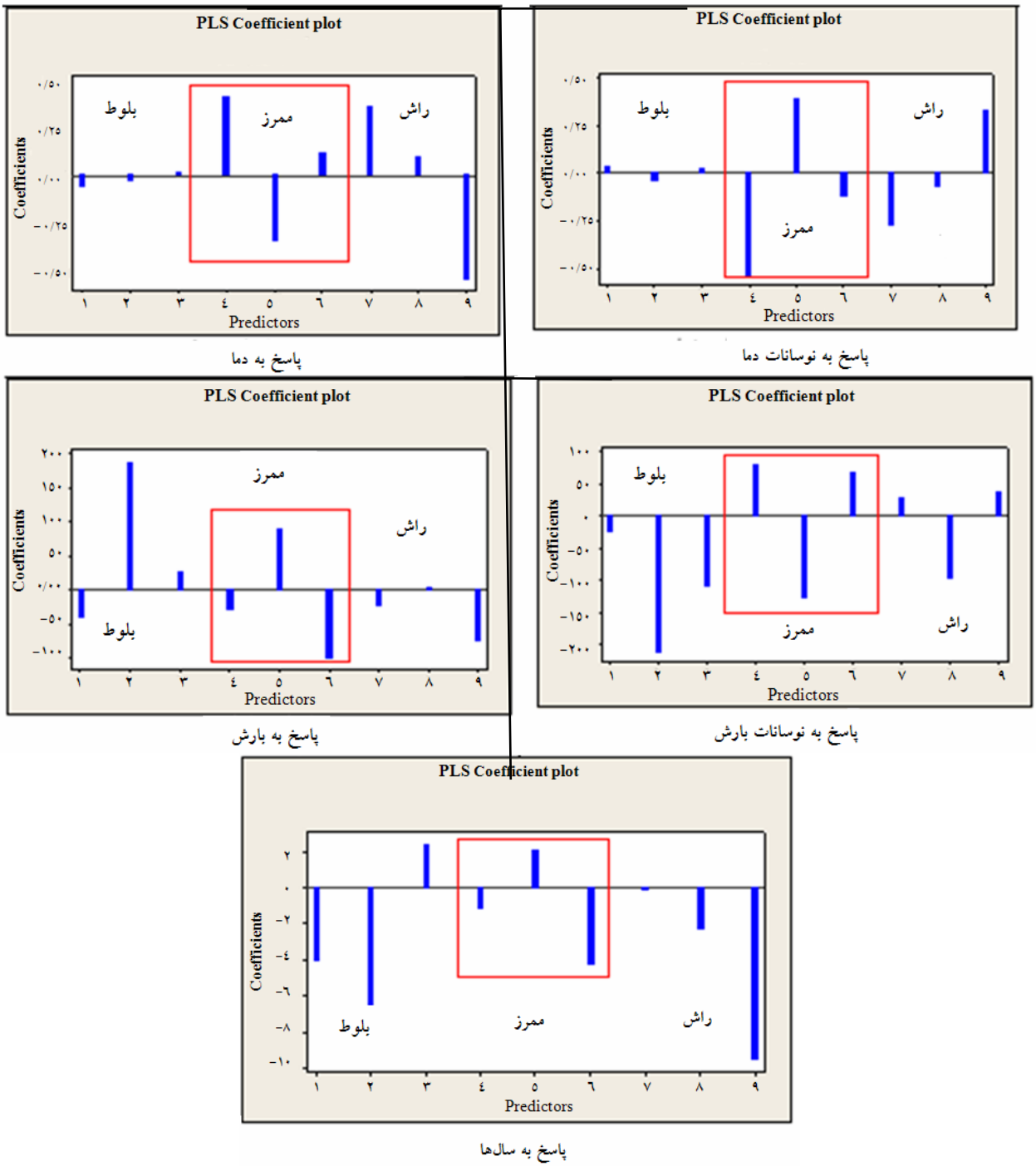
منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۹۲۸۵٦۹	۱۰۳۱۷٤	۰/۹۵	۰/۵۰۰
باقیمانده خطا	۳٤	۳٤۱۱۰۰۵	۱۰۹۱٤۷		
جمع	٤۳	٤٦۳۹۵۷٤			

آنالیز واریانس برای نوسانات دما

منابع	درجه آزادی	جمع مربعات	متوسط مربعات	F	P
رگرسیون	۹	۵/۷۵۵۷	۰/٦۳۹۵۱۷	۰/٦۸	۰/۷۲۱
باقیمانده خطا	۳٤	۳۱/۹٤۰۰	۰/۹۳۹٤۱۲		
جمع	٤۳	۳۷/٦۹۵۷			

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، 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 ٤٤ سال گذشته در شکل ۷ ارائه شده است.



شکل ۷- تجزیه و تحلیل متغییرها 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 (٤)، ممرز- متوسط (۵)، ممرز- بالا (٦)، راش- پایین (۷)، راش- متوسط (۸)، راش- بالا (۹) در ایستگاه اقلیم‌شناسی آستارا در ٤٤ سال گذشته از ۱۳٤۳ تا ۱۳۸۷

بحث

در نیمکره شمالی جنس بلوط (*Quercus*) به‌طور گسترده پراکنش دارد و به‌عنوان یک درخت مقاوم به خشکی با ریشه عمیق در مناطق خشک رویش دارد (Barnes *et al.*, 1998). چهار پنجم (۸۰٪) گونه‌های بلوط بین عرض ۳۰ تا ۳۵ درجه شمالی و استوا واقع شده‌اند و فقط شش تا هفت گونه آن تا عرض ۵۰ درجه شمالی پیش می‌رود. همچنین فقط ۲٪ بین ۳۰ درجه و ٤۰ درجه شمالی قرار گرفته‌اند (Axelrod, 1983). همان طور که اشاره شد منطقه مورد مطالعه در این تحقیق نیز دارای عرض شمالی حدود ۳۷ و ۳۸ درجه شمالی می‌باشد. بلوط‌ها دارای تنوع ژنتیکی وسیع می‌باشند و تا ۵۰۰ گونه از آنها تشخیص داده شده است (Barnes *et al.*, 1998). گونه‌های جنس راش به طور عموم مقاوم به سایه هستند توسط بذر بر بلوط در اشکوب زیرین غلبه می نمایند و چندین دهه به آرامی رویش می نمایند تا باعث مرگ و یا زوال بلوط می شوند (Barnes *et al.*, 1998). در آسیا گونه‌های بلوط (*Q. aegylops*)، (*Q. castaneaefolia*) 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 اکوسیستم‌های متفاوت می‌شوند. اکوسیستم‌های مختلف، زیست‌توده‌های متنوعی ایجاد می‌نمایند. تولید خالص اولیه در هر اکوسیستم می‌تواند تا حدودی به‌عنوان برایند عکس‌العمل 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 می‌نماید (Jafar 2010b). رشد درخت و تولید چوب به‌عنوان بخش اصلی تولید زیست‌توده در اکوسیستم‌های جنگلی به حساب می‌آید. تولید خالص و نیز تولید ناخالص اولیه در اکوسیستم‌های مختلف به‌عنوان ابزاری مهم در محاسبه میزان تولید زیست‌توده اکوسیستم‌ها به‌کار گرفته می‌شود. تفاوت در تولید خالص اولیه قسمت فوقانی زمین (aboveground net primary productivity – ANPP)، در مناطق مختلف جغرافیائی، به‌طور تصادفی اتفاق نمی‌افتد و بنظر می‌رسد 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 می‌یابد (Lieth, 1973, Barnes *et al.*, 1998).

تبخیر و تعرق واقعی یک عامل اقلیمی دارای اهمیت از نظر اکولوژیک می‌باشد. در این عامل بارش و دما تلفیق می‌شود 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 چشم‌گیری اکوسیستم‌های مختلفی با بهره‌وری و تولید متفاوتی را بوجود می‌آورد (Barnes *et al.*, 1998). جنگلهای خزری واقع شده در دامنه شمالی البرز، در غرب دارای حداکثر بارش و رطوبت می‌باشند و میزان آن بتدریج به سمت شرق کاهش می‌یابد (جعفری، a ۱۳۸۷)، درصورتی که از نظر دما تغییرات معنی‌داری از غرب به شرق ملاحظه نمی‌شود (جعفری، a ۱۳۸۷). وقوع تغییر در روند بارش و دما در سال‌های اخیر باعث افزایش وقوع روزهای طوفانی در منطقه شده است (جعفری، b ۱۳۸۷).

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 دمائی 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 ٦). در ارتفاع پایین‌بند (٤۰۰ متر)، خط تغییرات راش روند افزایشی را در ٤٤ 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 ٦ و شکل ٥). 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 ٤).

منابع مورد استفاده

- جعفری مصطفیa 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 ۱٦، شماره ۲، صفحه ۳۲٦ – ۳۱٤ .
- جعفری مصطفیb ۱۳۸۷. نوسانهای وقوع باد و روزهای طوفانی طی نیم قرن گذشته در منطقه خزری، فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱٦، شماره ٤، 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.ltrr.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, 4th Edition, John Willey & Sons, Inc. pp 774.

-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 19111-188.

-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 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_2 Concentration, presented in 4rccc 2010 (4^{th} 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 .

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.