

**بررسی رویش راش در سطوح مختلف ارتفاعی با روند تغییرات اقلیمی
(مطالعه موردی: حوضه اسالم)**

دکتر علیرضا اسلامی*

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

دکتر علی محمدی ترکشوند

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

محمود روشنی

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

بیت الله امان زاده

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان

چکیده

راش بعنوان یک گونه جنگلی تحت تاثیر شرایط متغیر آب و هوایی بوده و تغییرات عناصر اقلیمی در رشد و میزان گسترش آن تاثیر مستقیم دارد. در همین راستا این پژوهش در جنگلهای گیلان (منطقه اسالم) با برداشت ۱۸۰ نمونه دیسک بروش انتخابی در سه سطح ارتفاعی در ارتباط با داده

* مقاله حاضر خلاصه طرح پژوهشی است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت اجرا شده است.

نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۲۳۳۰۳۹ E-mail: eslami@iaurasht.ac.ir

های اقلیمی به مدت ۳۸ (۱۳۴۵ تا ۱۳۸۳) سال انجام شد. نتایج نشان می دهد که روند رشد با دوره های ۷ تا ۱۰ ساله در طبقات مختلف قطری یکسان نیست. روند شاخص رویش شعاعی با دما و بارش در فصول پاییز و زمستان هماهنگی نداشته ولی با شاخص دما در طبقات قطری پایین و شاخص بارش در طبقات قطری بالا در فصول بهار و تابستان و همچنین سالیانه همخوانی دارد. **واژگان کلیدی:** اقلیم، رویش، راش، روند، نمونه برداری انتخابی، اسالم

۱. مقدمه

درخت راش بعنوان یک گونه کلیماکس، در ارتفاعات بین ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا ظاهر شده و شرایط آب و هوایی در توسعه و گسترش آن اثر مستقیم دارد. تغییرات آب و هوایی نتیجه عملکرد بشر در سده اخیر از نگرانیهای عمده ای است که در اختلال آب و هوای کره زمین می تواند تأثیر گذار باشد. آب شدن یخهای قطبی، تغییرات فصلی و بهم خوردن تعادل آن اثرات هر چند تدریجی ولی نگران کننده ای را به کره زمین تحمیل خواهد نمود. جنگلهای مناطق شمالی نیز به عنوان یکی از اکوسیستمهای طبیعی نمی تواند از این قاعده مستثنی باشد. لذا دامنه این تأثیر بر روی اکوسیستمهای طبیعی منطقه قابل تأمل بوده و ممکن است در نخستین گام گونه هایی که به نوعی برای زیستمدان آن منطقه مهم باشد قابلیت درک عمیق تری به وجود آورد. راش یکی از گونه های اقتصادی است که حجم برداشت آن در شمال ایران قابل توجه است. بر اساس آمارهای منتشره این گونه ۱۷/۵٪ سطح و ۳۰٪ حجم جنگلهای تجاری ایران را در بر می گیرد (رسانه و همکاران، ۱۳۸۰).

این تحقیق نیز با هدف شناخت و بررسی رابطه بین میزان رویش با نوسانات و تغییرات پارامترهای اقلیمی (بارش و دما) صورت گرفته است. مطالعات انجام گرفته توسط میربادین و همکاران (۱۳۷۸) رویش راش را در توده های بکر و دست نخورده بسیار متفاوت ارزیابی کرده است و میزان رویش را در توده هایی که برش در آن صورت گرفته تا ۴ برابر بیشتر از توده های بکر برآورد کرده، وی معتقد است رویش قطری راش در غرب مازندران ۳/۲۲ میلی متر در سال می باشد. اسلامی (۱۳۸۴) میزان رویش قطری را در جنگلهای مرکزی و شرقی مازندران ۲/۷۴ میلی متر محاسبه نموده است. در این راستا مطالعات انجام شده توسط عطارد (۱۳۷۷) در جنگلهای غرب گیلان بروی افرا و

راش نشان داد که دامنه های شمالی نسبت به دامنه های جنوبی از رویش کمتری برخوردار هستند. گارفینکل و همکاران (Garfinkle et al, 1980) با بررسی مدل ارتباط رویش قطری و تغییرات اقلیمی در منطقه آلاسکا (مجاور شمالگان) پی بردند که رویش قطری با دمای فصول پاییز و زمستان همبستگی نداشته و با دمای فصول بهار و تابستان رابطه معنی داری نشان می دهد. پیوسام و همکاران (Piovesam et al, 2005) با تحلیل رویش قطری ده سال گذشته در جنگلهای راش منطقه آپونینز ایتالیا پی بردند بین میزان رویش و دمای سالیانه محیط ارتباط نزدیکی وجود دارد. کلارک و همکاران (Clark et al, 1994) در بررسی تغییرات اقلیمی سالانه در رشد تاج درختان در جنگلهای بارانی منطقه کاستاریکا به این نتیجه رسیدند که ۷ سال بارانی ارتباطی با الگوی رویش قطری ندارد، اگر چه دو سال که نسبتاً خشک بوده بالاترین میزان رویش را داشته و نهایتاً درختان بالغ در ارتباط با سالهای بارندگی بیشترین عکس العمل را نشان می دهند. همچنین مطالعات شومارکو و همکاران (Somarkov et al, ۲۰۰۶) در بررسی تغییر پذیری رشد شعاعی با اقلیم و ساختار حلقه درختی راش اروپا در آلمان مرکزی و ایتالیا مشخص کردند پهنای دواير سالیانه با شرایط اقلیمی در آغاز فصل رشد (با دمای حداکثر و جابجایی فصلی رژیم آب) ارتباط دارد. بررسی های هوشینو و همکاران (۲۰۰۸)، (Hoshino et al) بر روی تغییرات رشد شعاعی راش ژاپنی نشان داد پهنای حلقه های درختی کاهش سالانه و بین دهه ای رشد را دارا بوده و همچنین میزان رشد سالیانه به دمای بالای میانگین در تابستان قبل وابسته است.

۲. مواد و روشها

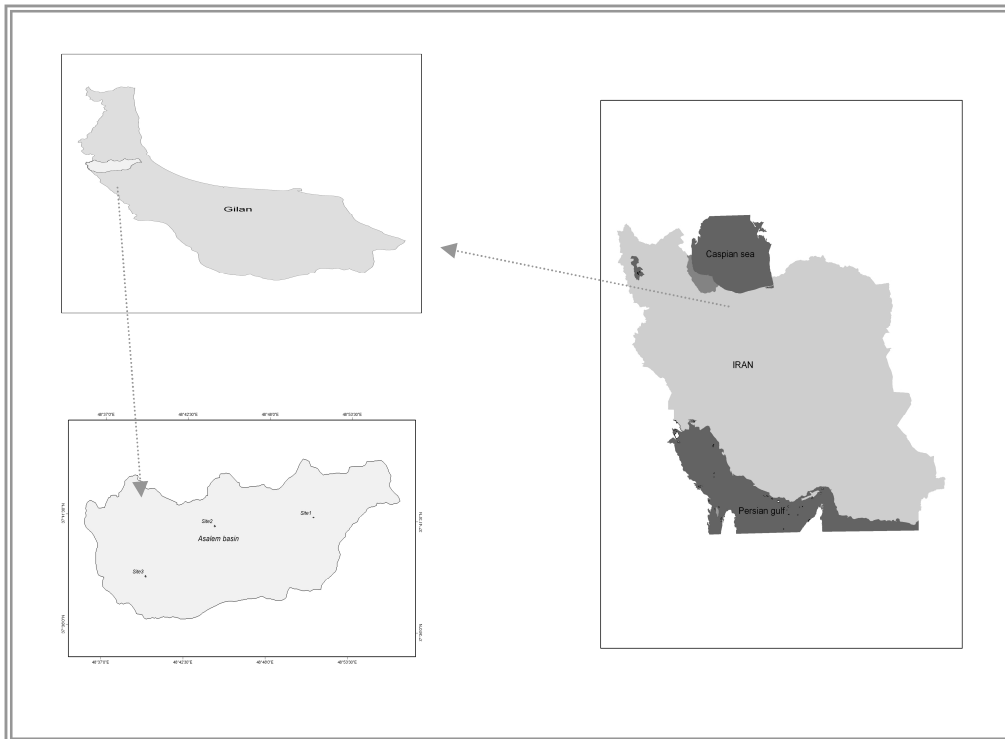
۲-۱. منطقه مورد بررسی

محدوده مورد مطالعه در جنوب غربی دریاچه خزر در استان گیلان، شهرستان تالش، بخش اسالم در مناطق جنگلی کوهستانی این شهرستان و رویشگاههای راش در سریه های ۳۱ و ۳۲ طرح جنگلداری ناو به اجرا درآمده است. (جدول ۱) به منظور تعیین میزان رویش راش در جنگلهای اسالم بنابر دلایل زیست محیطی و توجیهات اقتصادی، نمونه برداری در مناطق مورد بهره برداری بین ارتفاعات ۸۵۰ تا ۱۶۰۰ متر از سطح دریا انجام گردید.

جدول ۱- مشخصات مناطق مورد بررسی

ارتفاع	عرض	طول	سری
۱۰۰۰-۱۵۰	۳۰ ۴۰ ۳۷	۲۲ ۵۰ ۴۸	۱
۱۳۰۰-۱۰۰۰	۰۰ ۳۸ ۳۷	۰۶ ۴۵ ۴۸	۲
۱۶۵۰-۱۴۴۰	۳۰ ۴۰ ۳۷	۳۰ ۴۳ ۴۸	۳

شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه



۲-۲. روش بررسی

جهت مطالعه دواير ساليانه تعداد ۳ دیسک از هر طبقه قطری (بین طبقات ۱۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر) از بین درختان قطع شده و به روش انتخابی (selection sampling) در هر منطقه ارتفاعی برداشت و مشخصات عمومی نمونه و رویشگاه ثبت گردید . بطوریکه در

هر رویشگاه ۶۰ نمونه و در مجموع سه منطقه مورد مطالعه ۱۸۰ نمونه دیسک تهیه گردید و در آزمایشگاه چوب شناسی پس از صیقل دادن توسط سمباده برقی و آغشته نمودن به ماده شیمیایی سیلر ، دوایر سالیانه به کمک لوپ مدرج شمارش و اندازه گیری پهنای دوایر سالیانه حداقل در دو جهت که بر روی آنها جهت و شیب جغرافیایی مشخص شده انجام ، و برای اجتناب از احتمال خطا دربرآورد میانگین واقعی از درختانی که تقریباً همسال در توده بوده اند استفاده شده است با آزمون آماری کولموگروف - اسمیرینف در نرم افزار SAS نرمال بودن داده ها احراز و میزان F در سطح ۰.۰۵ در مناطق ارتفاعی معنی دار ، ولی در بین طبقات قطری معنی دار نبوده است (جدول ۲) . بنابراین با توجه به عدم اختلاف ، میانگین رویش سه منطقه ارتفاعی در هر طبقه قطری بعنوان رویش آن طبقه قطری منظور گردید .

جدول ۲ - تجزیه و تحلیل آماری مناطق ارتفاعی و میزان رویش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
منطقه ارتفاعی	۲	۱۴.۹۶	*۰.۰۰۱۵	۰.۰۵
طبقات قطری	۲	۴.۲۰	۰.۱۴۷	۰.۰۵

همچنین برای ایجاد رابطه بین داده های بارش ، دما با میزان رشد به علت عدم وجود آمار طولانی مدت در بالادست حوضه ، همبستگی فصلی و سالانه پارامترهای فوق با ارتفاع برای دما $R2 = 0/998$ (معادله درجه یک) و برای بارش $R2 = 0/967$ (معادله درجه ۳) برآورد گردید.

جدول ۳- مشخصات ایستگاههای مورد مطالعه جهت بازسازی آماری

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	سالهای آماری
خرجگیل	48-53-45	37-42-40	۱۴۵	43
خلیان	48-43-56	37-40-27	۸۰۷	14
ناو	48-41-27	37-39-01	۹۹۷	19
گاوخس	48-44-03	37-41-23	1327	14
نره بند	48-46-54	37-37-42	1804	7

سپس از اطلاعات دو ایستگاه خرجگیل و پیلمبرا بعنوان ایستگاه مبنا جهت بازسازی نواقص آماری استفاده شده است. این معادله برای دما برابر با

$$T = -0/0039h + 15/79 \quad (1)$$

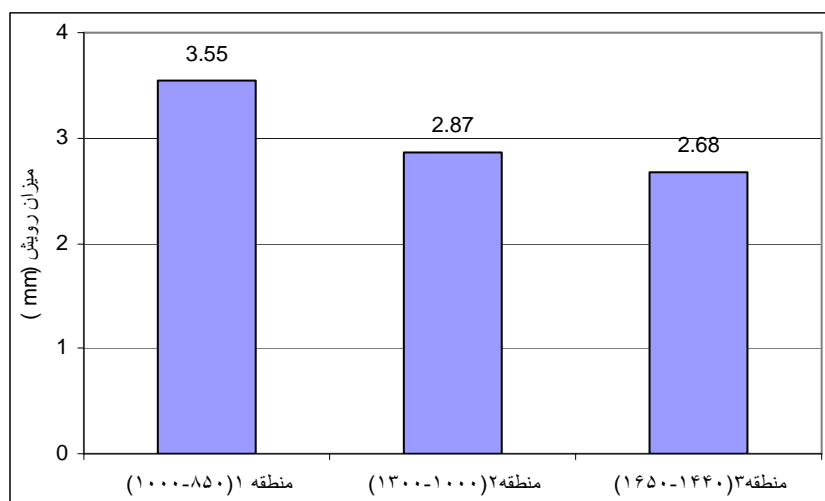
و برای بارش برابر با

$$P = -7E-07h^3 + 0/0027h^2 - 2/8366h + 1551/7 \quad (2)$$

می باشد. در معادلات فوق T دما، P بارش و h ارتفاع از سطح دریا است. روش مورد مطالعه جهت آنالیز داده های اقلیمی شاخص Z (نمره استاندارد) بوده است. این شاخص جهت نرمال یا عدم نرمال بودن یک متغیر بکار گرفته می شود. اعداد آن بین ± 4 متغیر می باشد. این شاخص ضریب مثبت و منفی را نسبت به مبنای صفر می سنجد، بدین ترتیب که ضریب مثبت نشانه افزایش بارش و ضریب منفی نشانه کاهش بارش نسبت به متوسط دوره می باشد. در نهایت تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از عرصه جنگل در قالب پرونده های اطلاعاتی در نرم افزار Excel و SAS انجام گردید

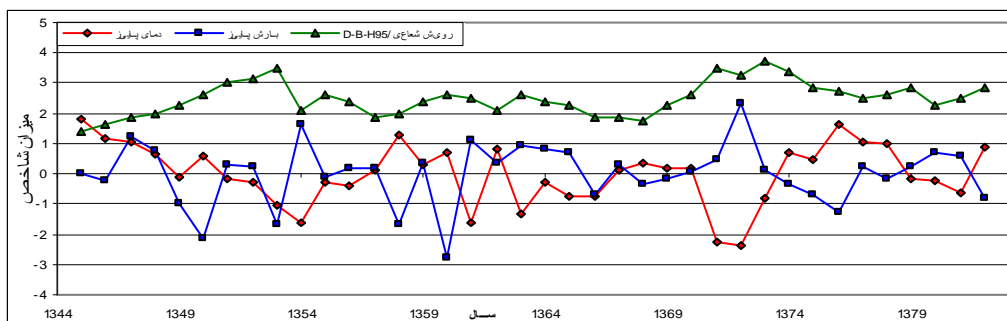
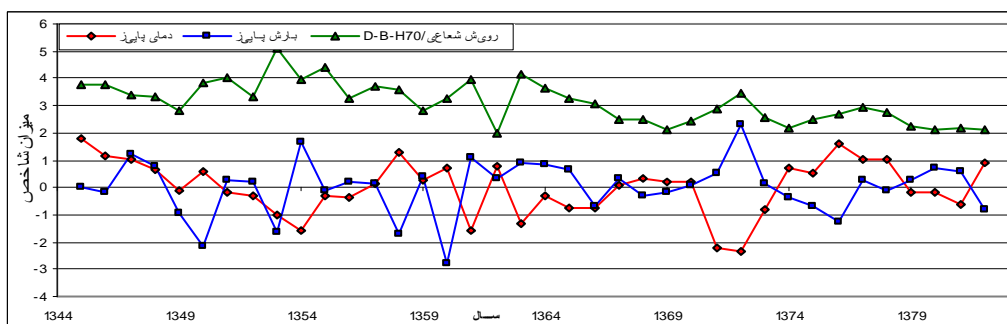
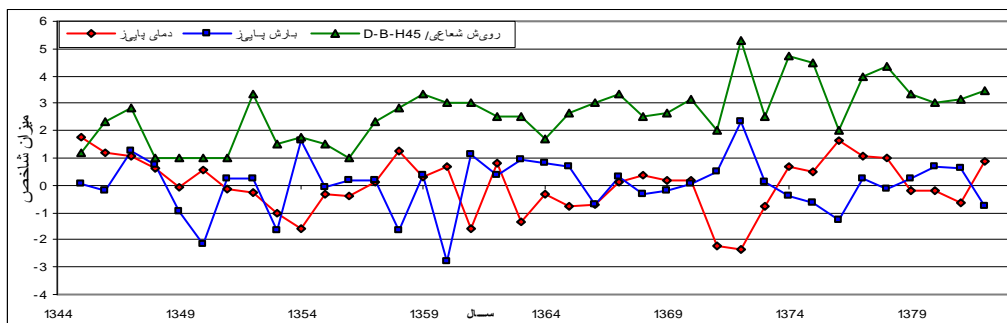
۳. یافته ها

به منظور تعیین میزان رشد در طبقات مختلف قطری و سه منطقه ارتفاعی تجزیه و تحلیل واریانس داده ها نشان داد که بین رویش مناطق ارتفاعی در هر طبقه قطری اختلاف معنی داری دیده نمی شود بنابراین میانگین رویش سه منطقه ارتفاعی در هر طبقه قطری بعنوان رویش آن طبقه قطری منظور گردید. این در حالیست که بین مناطق ارتفاعی از نظر میزان رویش اختلاف معنی داری وجود دارد. با مقایسه میانگین رویش منطقه پایین بند و دو منطقه دیگر اختلاف معنی داری را می توان مشاهده نمود بنابراین بیشترین میزان رویش ۳/۵۵ میلیمتر در سال در پایین بند و کمترین آن در منطقه بالا بند دیده می شود اگرچه با منطقه میانبند اختلاف معنی داری ندارد (نمودار ۱)



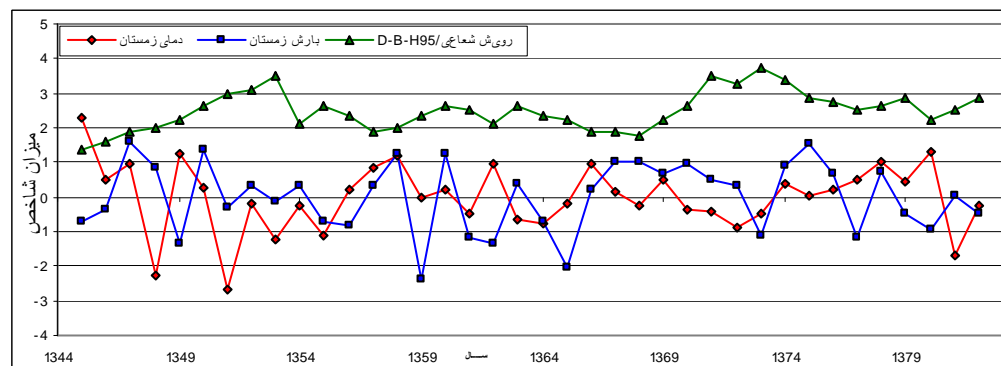
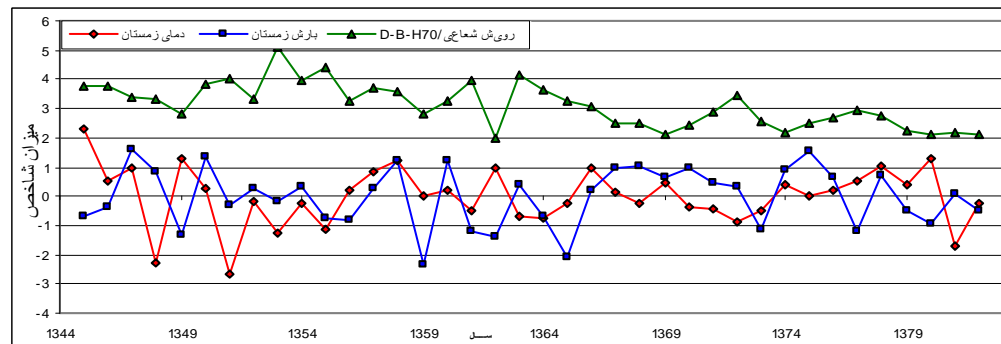
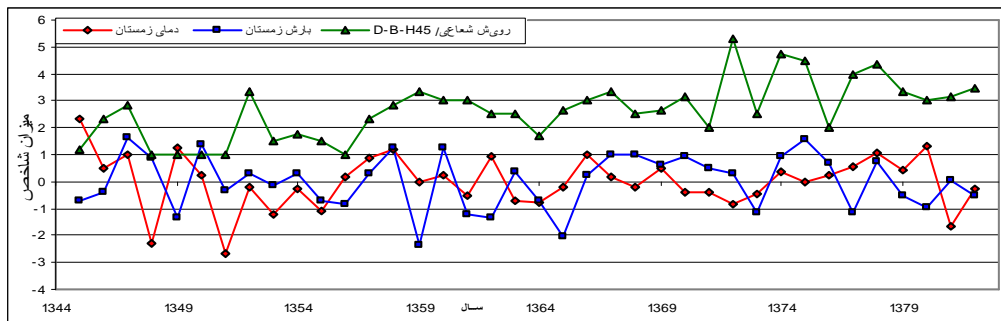
نمودار ۱- میزان رویش در سطوح مختلف ارتفاعی به میلی متر

بررسی میزان رشد و پارامترهای اقلیمی (دما و بارش) فصل پاییز در طبقات قطری ۴۵ و ۷۰ و ۹۵ سانتیمتر در شکل ۱ نشان داده شده است. در طبقه قطری ۴۵ سانتیمتر از ابتدای دوره (۱۳۴۵) با یک سیکل ۷ تا ۱۰ ساله دارای روند افزایشی بوده، در حالی که رشد در طبقه قطری ۷۰ سانتیمتر با همان سیکل ولی با نوسانات کمتری اتفاق افتاده است، روند در این طبقه بر عکس طبقه قطری ۴۵ سانتیمتر از نوع کاهشی می باشد. در همین راستا در طبقه قطری ۹۵ سانتیمتر با سیکل ۷ تا ۱۰ ساله (با دو جهش رشدی) میزان رویش دارای روند افزایشی است. قابل ذکر است رشد در این طبقه قطری نسبت به طبقه اول (۴۵ سانتیمتر) از شیب کمتری برخوردار می باشد. رابطه نوسانات رویش با تغییرات دما و بارش در فصل پاییز نشان می دهد اگر چه بصورت نقطه ای در بعضی از سالها افزایش بارش با افزایش رشد همراه بوده ولی در حالت کلی دما و بارش از روند مشخصی پیروی نمی کنند (شکل ۱).



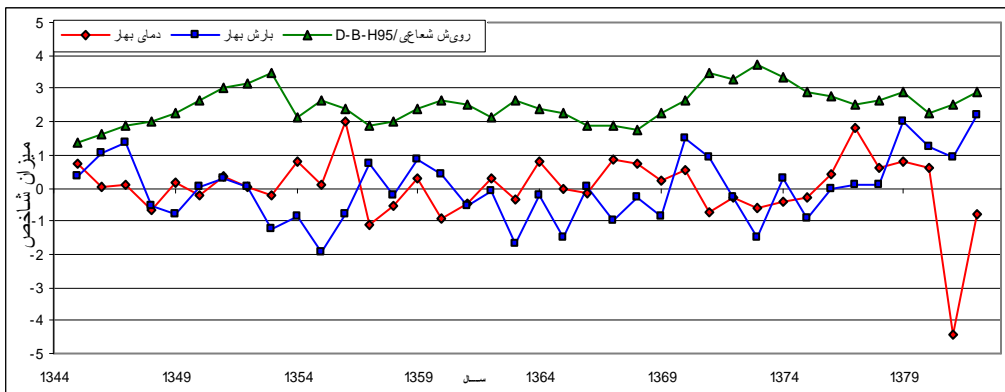
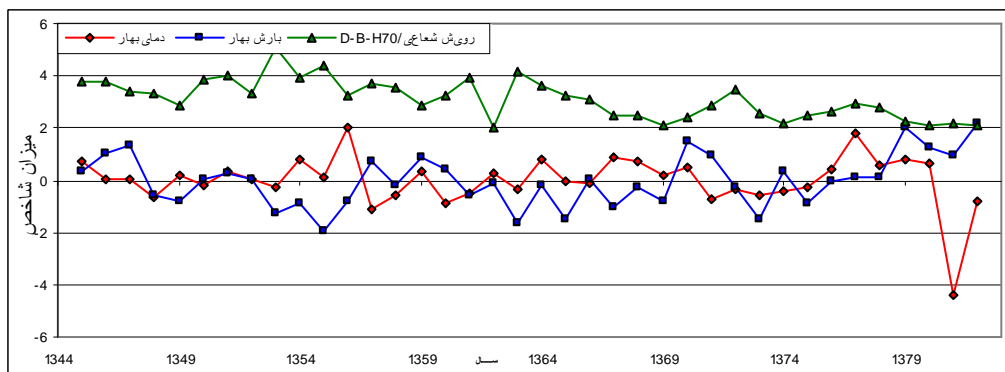
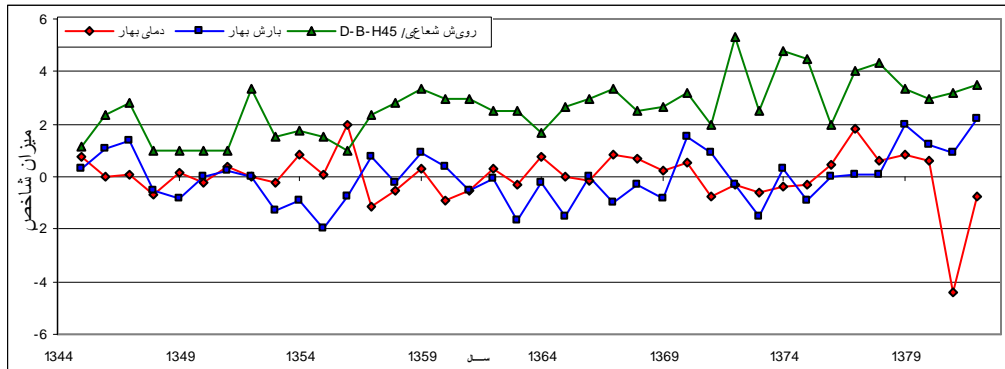
شکل ۱- منحنیهای میزان رشد، دما و بارش در طبقات قطری ۴۵، ۷۰ و ۹۵ سانتیمتر در فصل پاییز

بررسی نوسانات رشد با دما و بارش فصل زمستان در دوره مورد مطالعه و در طبقات قطری مورد نظر (۴۵، ۷۰ و ۹۵) در شکل ۲ نشان داده شده است. روند رشد با دما و بارش در این فصل همخوانی نداشته ولی در تحلیل نقطه ای در بعضی از سالها افزایش بارش در یک سال، افزایش رشد در سال آینده را به همراه داشته است. که این مسئله در مورد دما نیز صدق می کند.



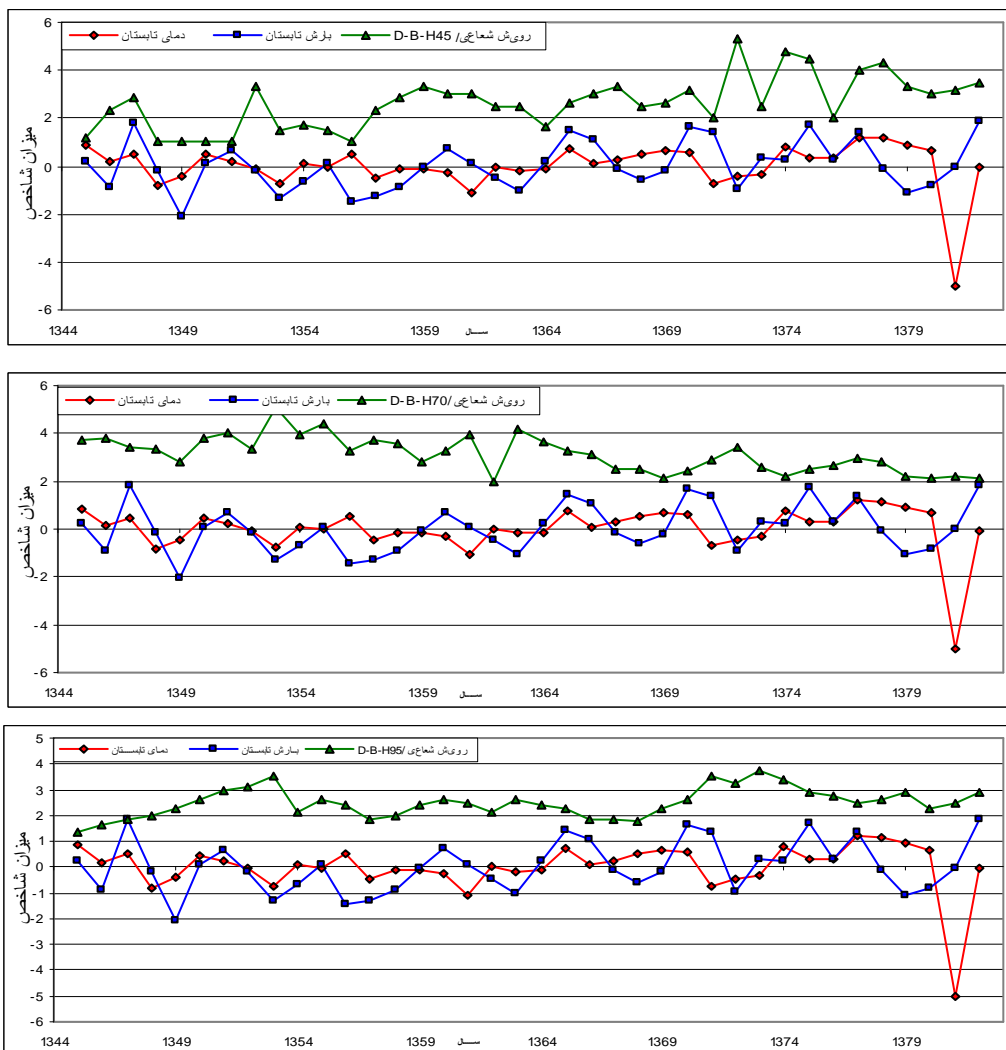
شکل ۲- منحنیهای میزان رشد، دما و بارش در طبقات قطری ۴۵ و ۷۰ و ۹۵ سانتیمتر در فصل زمستان

بررسی روند رشد با دما و بارش فصل بهار در شکل ۳ نشان می دهد ، روند افزایشی رویش در طی دوره مورد مطالعه در طبقه قطری ۴۵ سانتیمتر با روند نوسانات بارش به ویژه دما همخوانی دارد.



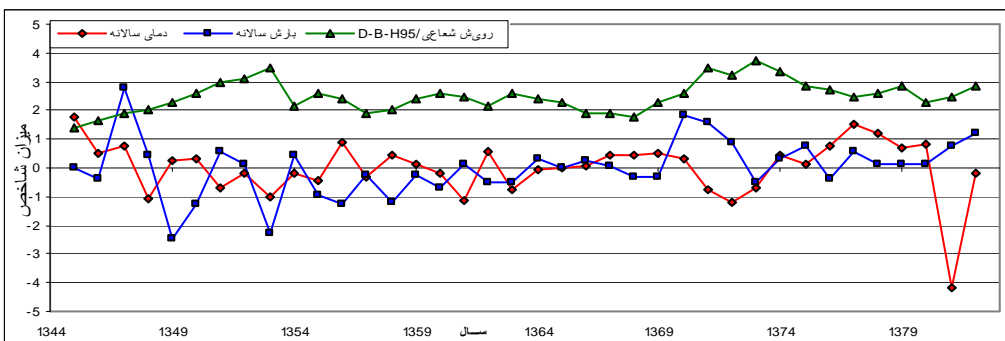
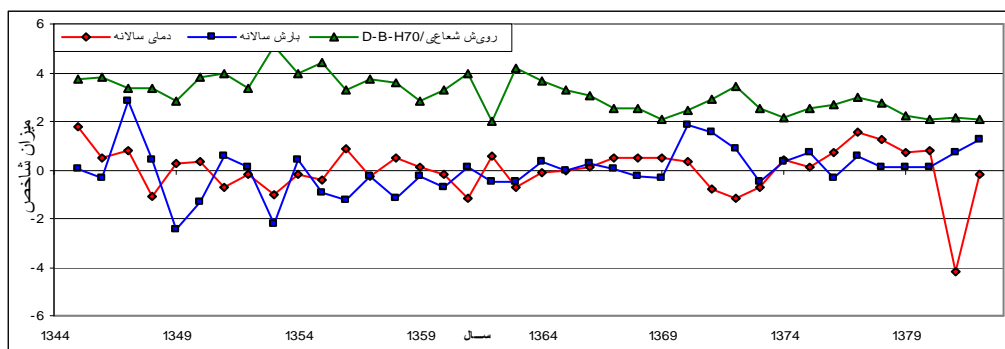
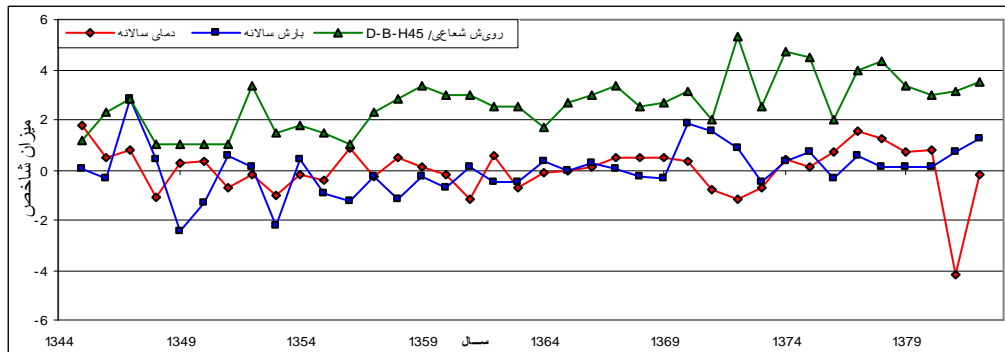
شکل ۳- منحنیهای میزان رشد ، دما و بارش در طبقات قطری ۴۵، ۷۰ و ۹۵ سانتیمتر

بررسی روند رشد با فاکتورهای اقلیمی نشان میدهد که بارش با دوره های متناوب افزایش یافته و دما هم دارای روند افزایشی است . که این امر با روند رویش در طبقات قطری ۴۵ و ۹۵ سانتیمتر همخوانی دارد . البته روند سه شاخص در طبقه ۹۵ سانتیمتر نسبت به طبقه ۴۵ سانتیمتر دارای شیب کمتری می باشد (شکل ۴).



شکل ۴- منحنیهای میزان رشد ، دما و بارش در طبقات قطری ۴۵ ، ۷۰ و ۹۵ سانتیمتر در فصل تابستان

با بررسی منحنی رشد شعاعی سالیانه با دما و بارش در طی سالهای ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۲ (۳۸ ساله) مشخص گردید که با روند افزایشی شاخص های دما و بارش، رشد نیز متعاقب آن افزایش پیدا کرده است . (طبقه قطری ۴۵ و ۹۵ سانتیمتر) .

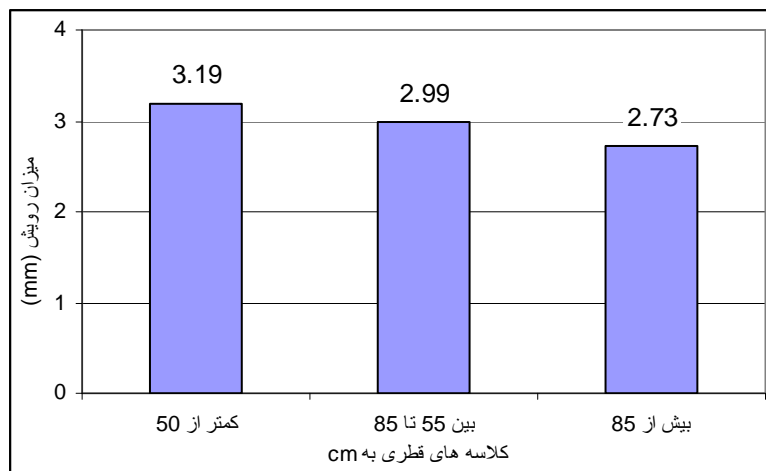


شکل ۵ - منحنیهای میزان رشد ، دما و بارش سالیانه در طبقات قطری ۴۵ ، ۷۰ و ۹۵ سانتیمتر

اما واکنش طبقه قطری ۷۰ سانتیمتر نسبت به روند افزایشی دما و بارش معکوس بوده است. در نتیجه در مقیاس سالانه دما، بارش و میزان رشد روند افزایشی را نشان می دهند (شکل ۵).

۴. بحث و نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که میزان رویش با افزایش ارتفاع (سه منطقه ارتفاعی) رابطه معکوس دارد (نمودار ۱) و با افزایش ارتفاع میزان رویش کاهش می یابد . همچنین در هر طبقه قطری علرغم اثر عوارض متعدد بر روی رویش در سنین مختلف (نظیر رقابت در سنین اولیه ، دخالت‌های انجام گرفته ، شرایط اجتماعی درختان ، پدیده های فیزیولوژیک) اختلاف معنی داری در سه سطح ارتفاعی وجود ندارد . در نمودار ۲ رابطه معکوس بین میزان رویش در کلاسه های مختلف قطری نشان می دهد که بیشترین رویش در درختان جوان (تا قطر ۵۵ سانتی متر) مشاهده می شود .



نمودار ۲ - رابطه طبقات قطری با میزان رویش

تجزیه و تحلیل منحنیهای رویش در طی دوره مورد مطالعه (۳۸ ساله) نشان می دهد که روند رشد در طبقات مختلف قطری یکسان نیست. بدین صورت که از طبقه قطری ۱۰ تا ۵۰ سانتیمتر منحنی رویش روند مثبت (افزایشی) داشته و سپس بین طبقات قطری ۵۰ تا ۶۵ سانتیمتر از حالت خاصی پیروی نمی کند (اگر چه بیشترین رویش شعاعی

سالیانه نیز در همین محدوده اتفاق می افتد). از طبقه قطری ۶۵ تا ۸۵ سانتیمتر روند رشد منفی (نزولی) بوده و میزان آن نیز از ابتدا تا انتهای دوره مورد مطالعه نسبت به قطره‌های پایین تر کاهش پیدا کرده است. سپس از طبقه قطری ۹۰ سانتیمتر مجدداً روند رشد صعودی و از نوع مثبت با جهشهای بیشتر اتفاق می افتد و از طبقه قطری ۱۰۵ سانتیمتر دوباره روند نزولی به خود می گیرد. که این موضوع تئوری چند رشدی بودن راش را تداعی می کند. اما آنچه که حائز اهمیت است شیب رشد در طبقات قطری بالا کمتر از طبقات قطری پایین (۱۰ تا ۵۰ سانتیمتر) بوده است. به عبارتی هر چه سن درخت بالاتر می رود دامنه بالا و پایین (اکسترماها) رویش بیشتر می گردد. شاخص رشد بطور کلی در اکثر طبقات قطری دارای دوره های ۷ تا ۱۰ ساله می باشد، به نظر می رسد این موضوع می تواند دلایل متعددی از جمله تاثیر فیزیولوژی گیاهی (نظیر دوره های بذردهی) ریشه دوانی، حاصلخیزی و عوامل آب و هوایی داشته باشد. طبق مطالعات میر بادین و همکاران (۴) راش دارای دو دوره بذردهی فراوان (۳ تا ۱۸ ساله) و جزئی (۱ تا ۵ ساله) بوده، که می تواند بر روی روند شاخص رشد تاثیر داشته باشد.

در ارتباط با تاثیر عناصر آب و هوایی (بارش و دما) بر رویش گونه راش بصورت نقطه ای (سال به سال) نمی توان همخوانی کاملی پیدا نمود، در حالی که در تحلیل روند بین شاخص رشد و عناصر اقلیمی در فصول چهارگانه روابط منطقی دیده می شود. به این ترتیب که در فصل پاییز با توجه به همخوانی شاخص رشد با شاخص های اقلیمی در بعضی از موارد، دما و بارش روند خاصی نداشته و این مسئله در مورد فصل زمستان نیز صادق است. اما در مورد فصل بهار و تابستان روند دما و بارش از ابتدا تا انتهای دوره، افزایش و شیب آن در دهه انتهایی دوره شدت پیدا می کند. تاثیرات دما و بارش بر شاخص رشد در طبقات مختلف قطری متفاوت بوده است. بدین صورت که با افزایش دما و بارش میزان رشد در طبقات قطری پایین مثبت، در طبقات قطری میانی منفی و در طبقات قطری بالا، مثبت با شیب ملایم است. در مقیاس سالیانه این ارتباط همانند فصل بهار و تابستان می باشد. بنابراین حساسیت طبقات قطری پایین (کمتر از ۴۵ سانتیمتر) نسبت به تغییرات دما و بارش بخصوص فصل بهار و تابستان و سالانه بیشتر از طبقات قطری بالا (بیشتر از ۹۰ سانتیمتر) می باشد. بعبارتی درختان جوان نسبت به تغییرات آب و هوایی واکنش بیشتری نشان می دهند. در بیشتر مواقع در تحلیلهای نقطه

ای همخوانی بین دما و شاخص رشد در طبقات قطری پایین و بین بارش و شاخص رشد در طبقات قطری بالادیده می شود. بطوریکه افزایش بارش زمستان (با تاخیر یکساله) منجر به افزایش شاخص رشد در سال آبی می گردد. این نتایج با تحقیق انجام شده توسط پیوسام و همکاران (۸) در جنگلهای راش منطقه آپونیز ایتالیا و مطالعات انجام شده توسط هوشینو (۷) بروی جنگلهای راش منطقه هنشو ژاپن مطابقت دارد. در راشستان اسالم (محدوده مورد مطالعه) این رابطه در فصول بهار و تابستان معنی دار است.

۵. منابع

- ۱- اسلامی، علیرضا، ۱۳۸۴، بررسی امکان دستیابی به منحنیهای تعادل در راشستانهایی با ساختار ناهمسال، رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۲۰ صفحه.
- ۲- رسانه، یداله، محمد حسن مشتاق، پرویز صالحی، ۱۳۸۰، بررسی کمی و کیفی جنگلهای شمال کشور، مجموعه مقالات همایش ملی، مدیریت جنگلهای شمال و توسعه پایدار، سازمان جنگلها و مراتع کشور، (۷۷۴) ۴۶۰ - ۴۴۷.
- ۳- عطارد، پدram، ۱۳۷۷، بررسی و آنالیز آماری رویش جنگل در دو جبهه اکولوژیک شمالی و جنوبی در حوزه آبخیز شفارود با استناد از روش آماری چند متغیره، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، ۲۰۰ صفحه.
- ۴- میر بادین، علیرضا، گرجی بحری و م، نمبرانیان، ۱۳۷۸، تعیین دوره بذردهی راش در راشستانهای شمال کشور (تحقیقات جنگل و صنوبر ۳) انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها مراتع و آبخیزداری کشور (شماره ۲۳۳: ۶۰۰-۱).
- 5- Clark, D. A, and D.B. Clark, 1994. Climate-induced annual variation in canopy tree growth I a Costa Rican tropical rain forest. *J. Ecology*, 82:865- 872.
<http://www.umsl.edu/divisions/artscience/biology/assets/pdfs/faculty/dave-clark/1994%20Clark%20and%20Clark%20J%20Ecol.pdf>
- 6- Garfinkle, H.L. and Brubaker, L.B., 1980. Modern climate – tree-growth relationships and climatic reconstruction in sub-Arctic Alaska. *Nature* 286, 872 – 874. DOI: 10.1038/286872a0
- 7-Hoshino, Y., H. Yonenobu, K. Yasue Y. Nobori and T. Mitsutani, 2008. On the radial-growth variations of Japanese beech (*Fagus crenata*) on the northernmost part of Honshu Island, Japan. *J Wood Sci*, 54:183–18.
DOI 10.1007/s10086-007-0935-3.
- 8-Piovesan, G., A. Di Filippo., A Alessandrini, F. Biondi and B. Schirone, 2005, Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. *J.Vegetation Sci.*, 16:13-28.
DOI: 10.1658/1100-9233(2005)016[0013: SDADOA] 2.0.CO; 2

9-Skomarkova, M. V., E. A. Vaganov · M. Mund · A. Knohl · P. Linke · A. Boerner and E.D. Schulze, 2006. Inter-annual and seasonal variability of radial growth, wood density and carbon isotope ratios in tree rings of beech (*Fagus sylvatica*) growing in Germany and Italy. *Trees*, 20: 571–586.
DOI 10.1007/s00468-006-0072-4, 571–586.

