تاثیر تنوع جغرافیایی بر صفات مورفولوژیک و آناتومیک برگ راش شرقی (*Fagus oreintalis* Lipsky) دراستان گیلان

ویلما بایرام‌زاده[1] ، **پدرام عطارد**[2]، **غزاله وفایی**[3]

تاریخ دریافت: 90/6/7 تاریخ پذیرش: 90/9/20

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر تنوع جغرافیایی بر صفات مورفولوژیک و آناتومیک برگ راش شرقی (*Fagus oreintalis* Lipsky) در استان گیلان صورت گرفت. بدین منظور پنج حوزه جنگل‌داری شامل آستارا (حوزه شماره1)، اسالم(حوزه شماره7)، فومن (حوزه شماره14)، چره (حوزه شماره20)و شن رود (حوزه شماره24) انتخاب شدند. در بخش میان‌بند حوزه‌های مورد مطالعه نمونه‌های برگ از بخش میانی تاج 40 درخت سالم (با قطربرابر سینه بین 30-50 سانتی‌متر) جمع‌آوری شدند (ازچهار جهت هر درخت). پس از جمع‌آوری برگ‌ها، 8 صفت مورفولوژیک سطح‌برگ، طول-برگ، عرض‌برگ، طول‌دمبرگ، وزن‌برگ در واحد سطح، فاصله رگبرگ‌های اصلی، ضخامت‌برگ، تراکم‌برگ و همچنین 2 صفت آناتومیک برگ شامل طول دهانه روزنه و تعداد روزنه در واحد سطح مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتاج این تحقیق نشان‌داد که همه صفات مورد مطالعه به غیر از طول دمبرگ دارای اختلاف آماری معنی‌داری در سطح 5 درصد می‌باشد. در نهایت برای رسته‌بندی از روش تجزیه خوشه‌ای (نرم‌افزار SPSS) استفاده شد که براین‌اساس، حوزه‌های مورد مطالعه به سه دسته: 1- فومن 2- اسالم و آستارا و 3- شن رود و چره تقسیم‌بندی شدند. همچنین باتوجه به معنی‌داری همبستگی بین صفات مورد مطالعه با عرض جغرافیایی و فاکتورهای ادافیکی در سطح 5 درصد می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تنوع جغرافیایی عامل اصلی به‌وجود آمدن تفاوت‌ها و در نهایت گروه‌های مذکور است.

واژه‌های کلیدی: راش شرقی، تنوع جغرافیایی، برگ، صفات مورفولوژیک، صفات آناتومیک

1- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه خاکشناسی، کرج، ایران نویسنده اصلی
Email:v_bayramzadeh@ yahoo.com v.bayramzadeh@ kiau.ac.ir
2- استادیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
3- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه خاکشناسی، کرج، ایران (دانشجوی کارشناسی ارشد)

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مرور منابع بیانگر این واقعیت است که گونه‌هایی که از گستره جغرافیایی وسیعی برخوردارند به‌خاطر تفاوت شرایط اقلیمی و ادافیکی رویشگاه‌ها دارای تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی هستند [6،11].

بررسی تنوع جغرافیایی دربعضی از گونه‌های فوق‌الذکر که از لحاظ اقتصادی، ژنتیکی و اکولوژیک حایز اهمیت هستند، ضروری به‌نظر می‌رسد و در مرکز توجه محققین علوم مختلفی چون ژنتیک، اکولوژی و اکوفیزیولوژی قرار دارد.

یکی از روش‌هایی که با صرف زمان و هزینه کمتر، تنوع‌ژنتیکی و فنوتیپی گونه‌هایی که از گستره جغرافیایی وسیع برخوردار هستند، را نمایان می‌سازد، مطالعه صفات مورفو-آناتومیک برگ می‌باشد[7،12،15].

مطالعه صفات مورفولوژیک و آناتومیک برگ علاوه بر این که کمک به‌سزایی در بررسی تنوع‌ژنتیکی، فنوتیپی و به‌گزینی والدین دارد، می‌تواند در تعیین تنوع کیفیت چوب در رویشگاه‌های مختلف کمک شایانی بنماید[3].

راش شرقی یکی از گونه‌هایی است که در ناحیه خزری ایران از پراکنش نسبتا وسیعی برخودار است. گسترش افقی راشستان‌ها در جنگل‌های شمال از آستارا شروع و به دره زیارت گرگان ختم می‌شود. [1]. به‌طور کلی 18 درصد از جنگل‌های شمال ایران با این گونه پوشیده شده‌است و همچنین این گونه 35 درصد از تولیدات چوب صنعتی را به خود اختصاص می‌دهد [2].

علیرغم ارزش صنعتی این گونه به‌عنوان اولین گونه تجاری جنگل‌های شمال و ارزش ژنتیکی درخت راش به‌عنوان ذخیره ژنتیکی با بیش از یک میلیون سال قدمت، اطلاعات درباره تنوع فنوتیپی موجود بین جمعیت‌های آن در سطح کشور (ناحیه خزری) کم است. لذا مطالعه صفات برگ و بهره‌گیری از روش‌های آماری چند متغیره (تجزیه خوشه‌ای) گامی مقدماتی برای تخمین تنوع ژنتیکی و کیفیت چوب راش شرقی در رویشگاه‌های مختلف آن می‌باشد.

لذا برای تخمین تنوع ژنتیکی موجود بین جمعیت‌های راش موجود در استان گیلان تحقیقی با هدف مطالعه تاثیر تنوع جغرافیایی بر صفات مورفولوژیک و آناتومیک برگ راش شرقی(*Fagus orientalis* Lipsk) در استان مذکور انجام پذیرفت.

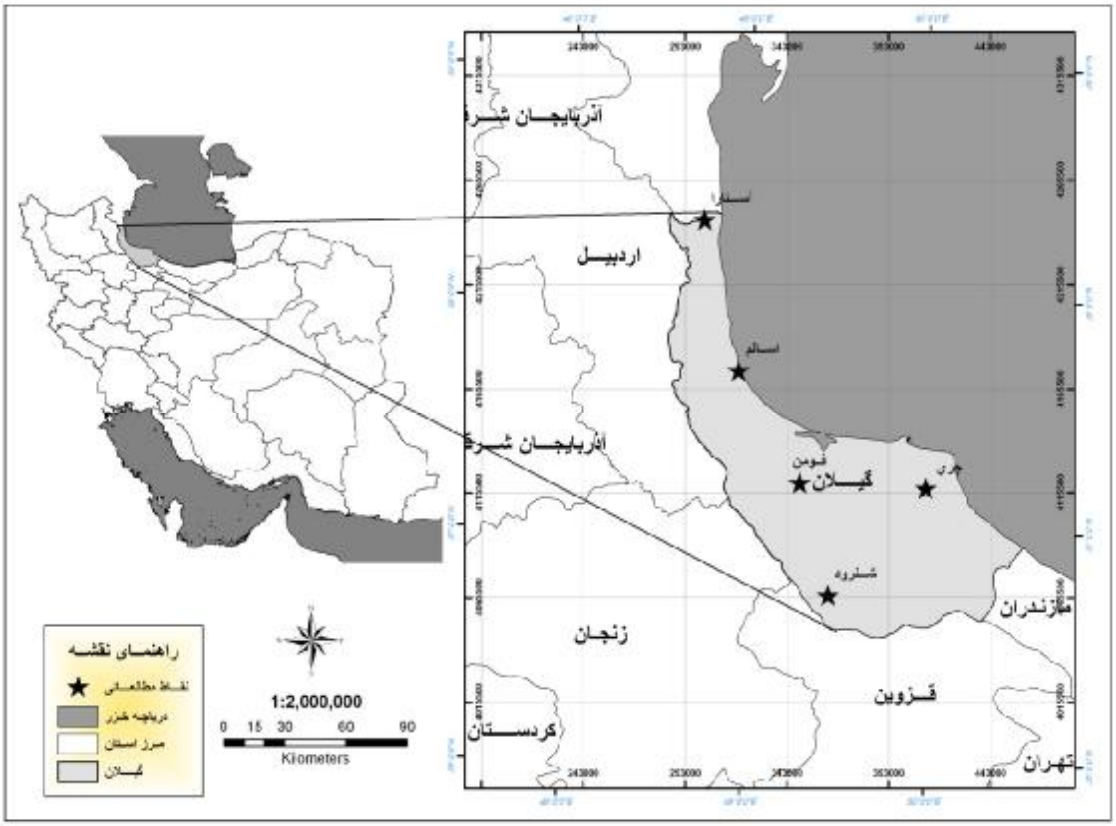
مواد و روش ها

مناطق مورد مطالعه

این تحقیق در حوزه‌های جنگل‌داری شماره 1 (آستارا) شماره 7 (اسالم)، شماره 14 (فومن)، شماره 20 (چره) و شماره 24 (شن‌رود) انجام پذیرفت (شکل و جدول 1).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1- موقعیت جنگل‌های راش مورد مطالعه در استان گیلان

جدول 1- مشخصات اقلیمی و جغرافیایی مناطق مورد مطالعه

رویشگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	بارندگی سالانه (mm)	میانگین درجه حرارت سالانه (°C)	بافت خاک	pH اسیدیته خاک	درصد ماده آلی
آستارا	48° 52' E	38° 24' N	1400 ± (64)	15.1	Sy loam	5.62 ± (0.12)	5.53 ± (0.63)
اسالم	48° 94' E	37° 70' N	1685 ± (124)	16.3	Loam	5.47 ± (0.14)	4.99 ± (0.82)
فومن	49° 18' E	37° 13' N	994 ± (49)	15.9	Loam	5.17 ± (0.08)	5.53 ± (0.56)
چره	50° 0' E	37° 12' N	1081 ± (73)	16.4	Loam	5.72 ± (0.12)	5.71 ± (0.85)
شن رود	49° 28' E	36° 44' N	1469 ± (71)	16.7	Clay	7.72 ± (0.05)	3.06 ± (0.54)

Archive
www.SID.ir

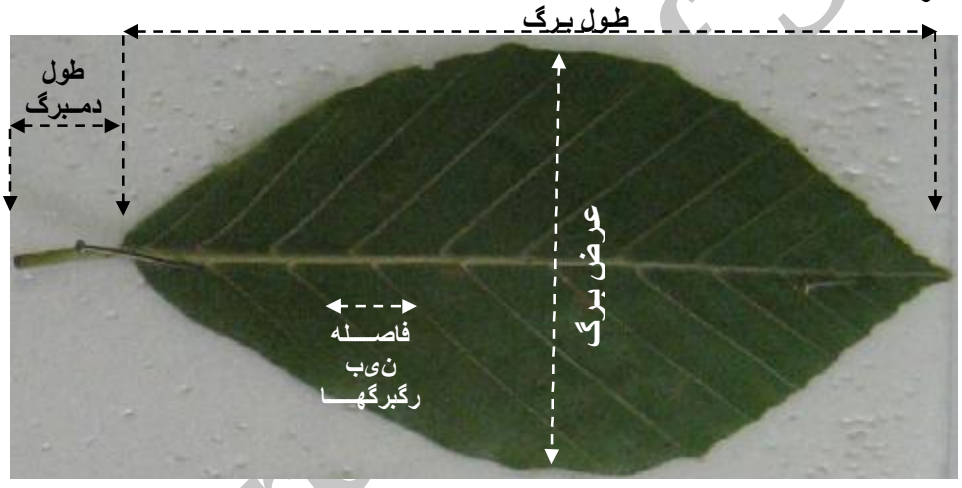
روش مطالعه

روش نمونه‌گیری برگ

در بخش میان‌بند حوزه‌های مورد مطالعه، نمونه‌های برگ باتوجه به ارتفاع تاج از بخش میانی تاج 40 درخت سالم با قطر برابرسینه 30-50 سانتی متر جمع‌آوری شد. از چهار جهت هر درخت 40 عدد برگ سالم (10 برگ از هر جهت)، کاملاً باز شده و در معرض نور خورشید قرارگرفته جمع‌آوری گردید تا برگ‌ها تقریباً در شرایط مکانی یکسانی در درختان قرار گرفته باشند. جمع‌آوری برگ‌ها در اوایل مرداد ماه سال 1389 صورت گرفت.

روش اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک و آناتومیک برگ

پس از جمع‌آوری برگ‌ها، 8 صفت مورفولوژیک سطح‌برگ (cm^2)، طول‌برگ(mm)، عرض‌برگ (mm)، طول‌دمبرگ (mm)، وزن برگ در واحد سطح ($gr\ cm^{-2}$)، فاصله رگبرگ‌های اصلی (mm)، ضخامت‌برگ (mm)، و تراکم‌برگ ($gr\ cm^{-3}$) و همچنین 2 صفت آناتومیک برگ شامل طول دهانه روزنه (µm) و تعداد در واحد سطح روزنه (stomatal number mm^{-2}) به شرح زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (شکل 2).



شکل 2- روش اندازه‌گیری طول برگ، پهنای برگ، فاصله رگبرگ‌های اصلی و طول دمبرگ گونه راش

طول برگ‌ها، عرض برگ‌ها، طول دمبرگ و فاصله بین رگبرگ‌ها با استفاده از کولیس دیجیتالی تا دقت صدم میلی‌متر اندازه‌گیری گردید (شکل 2). سطح برگ نیز پس از تهیه عکس از برگ‌ها با استفاده از نرم‌افزار Image J اندازه‌گیری شد. ضخامت کلیه برگ‌ها هم در ناحیه وسط با استفاده از کولیس دیجیتال تا دقت صدم میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه وزن در واحد سطح، نمونه‌های برگ در داخل oven در دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 72 ساعت نگهداری شد و سپس وزن شدند. از تقسیم وزن بدست آمده (gr) بر سطح برگ (cm^2) مقدار وزن برگ در واحدسطح برحسب گرم بر سانتی‌متر مربع به‌دست آمد. تراکم برگ نیز بر اساس روشی که توسط ویتکوسکی و لامونت (1991)[1] ارایه شد از تقسیم وزن برگ در

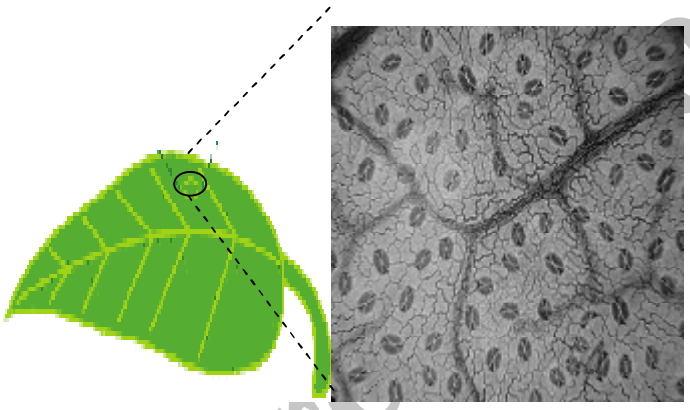
[1] - *Witkowski and Lamont*

www.SID.ir

واحدسطح بر ضخامت برگ بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه شد.

برای محاسبه طول سلول‌های روزنه و تعداد در واحد سطح آن بعد از جمع‌آوری برگ‌ها، بلافاصله از آن‌ها نمونه‌هایی با پانچ تهیه و در داخل محلول FAA (اتانول، استن و فرمالدئید با غلظت 18:1:1) قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها از محلول مذکور خارج گردیده و به مدت 7 تا 9 روز در محلول NaOH 7/5٪ قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها با سافرانین رنگ‌آمیزی شده و به مدت 15 دقیقه به ترتیب در الکل با غلظت‌های 30٪، 50٪، 70٪ و 96٪و 100٪ آبگیری شد. در نهایت اسلایدها تهیه و آماده عکسبرداری شدند(شکل 3).

برای اندازه‌گیری طول سلول‌های روزنه، از عکس‌های تهیه شده با بزرگ‌نمایی 1000 و نرم افزار Adob Acrobat professional 6/0 طول دهانه برای هر روزنه به‌طور مجزا بر حسب میکرومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه تعداد روزنه در واحد سطح، از عکس‌های تهیه شده با بزرگ‌نمایی 250 استفاده شد و روزنه‌های در سطح (0/47*0/47 میلی‌متر) شمارش شد.



شکل 3- عکس تهیه شده از اسلاید برای اندازه‌گیری مشخصات روزنه

روش اندازه‌گیری برخی از خصوصیات خاک

مقدار خاک مورد نیاز از هر حوزه از اعماق(10-0)، (25-10) و (40-25) سانتی‌متری تهیه و پس از خشک‌شدن و عبور از الک 2 میلی-متری برای تجزیه اولیه خاک به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج برخی از خصوصیات خاک در جدول 1 آورده شده است.

برای تعیین بافت‌خاک از روش هیدرومتر بایکاس [10]، pH خاک با استفاده از pH متر در گل اشباع و کربن آلی خاک به روش والکلی وبلاک [16] استفاده شد.

آنالیز آماری

برای سازماندهی و پردازش اولیه اطلاعات از محیط نرم‌افزارهای Excel، SPSS (Version 16) و StatGraphics plus2.1

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده و میانگین صفات مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس برای مقایسه میانگین از آزمون Tukey (HSD) برای رسته‌بندی از روش تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (**Ward**) و با استفاده از میانگین متغیرهای استاندارد شده انجام و فاصله اقلیدسی نیز به‌عنوان معیار تشابه مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

در هر حوزه جمعاً تعداد 1600 نمونه برگ از 40 درخت تهیه و جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک و آناتومیک برگ درختان راش شرقی مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج تجزیه آماری صفات مورد بررسی در اشکال 4 و5 آورده شده است.

نتایج نشان‌داد که در همه صفات مورد مطالعه (مورفولوژیک و آناتومیک برگ) غیر از فاصله بین رگبرگ‌های اصلی، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

اسالم بزرگترین پهنای‌برگ (6.88 cm)، طول‌برگ (11.54 cm) و سطح‌برگ (43.81 cm^2) را دارا می باشد و شن‌رود کوچکترین سطح‌برگ و پهنای‌برگ را نشان‌داد، (34.36cm^2 و 5.38 cm). این در حالی‌است که کوچکترین طول‌برگ متعلق به آستارا (10.08 cm) می‌باشد (شکل 4**c** و4**b** ,4**a**). این نتیجه می‌تواند با همبستگی بالای سطح برگ با پهنای برگ (r = 0.79) نسبت به طول برگ (r = 0.38) مرتبط باشد(جدول 2).

طبق این نتایج، ضخیم‌ترین برگ متعلق به آستارا (0.013 mm) و نازک‌ترین برگ متعلق به فومن (0.007 mm) است(شکل 4f) .

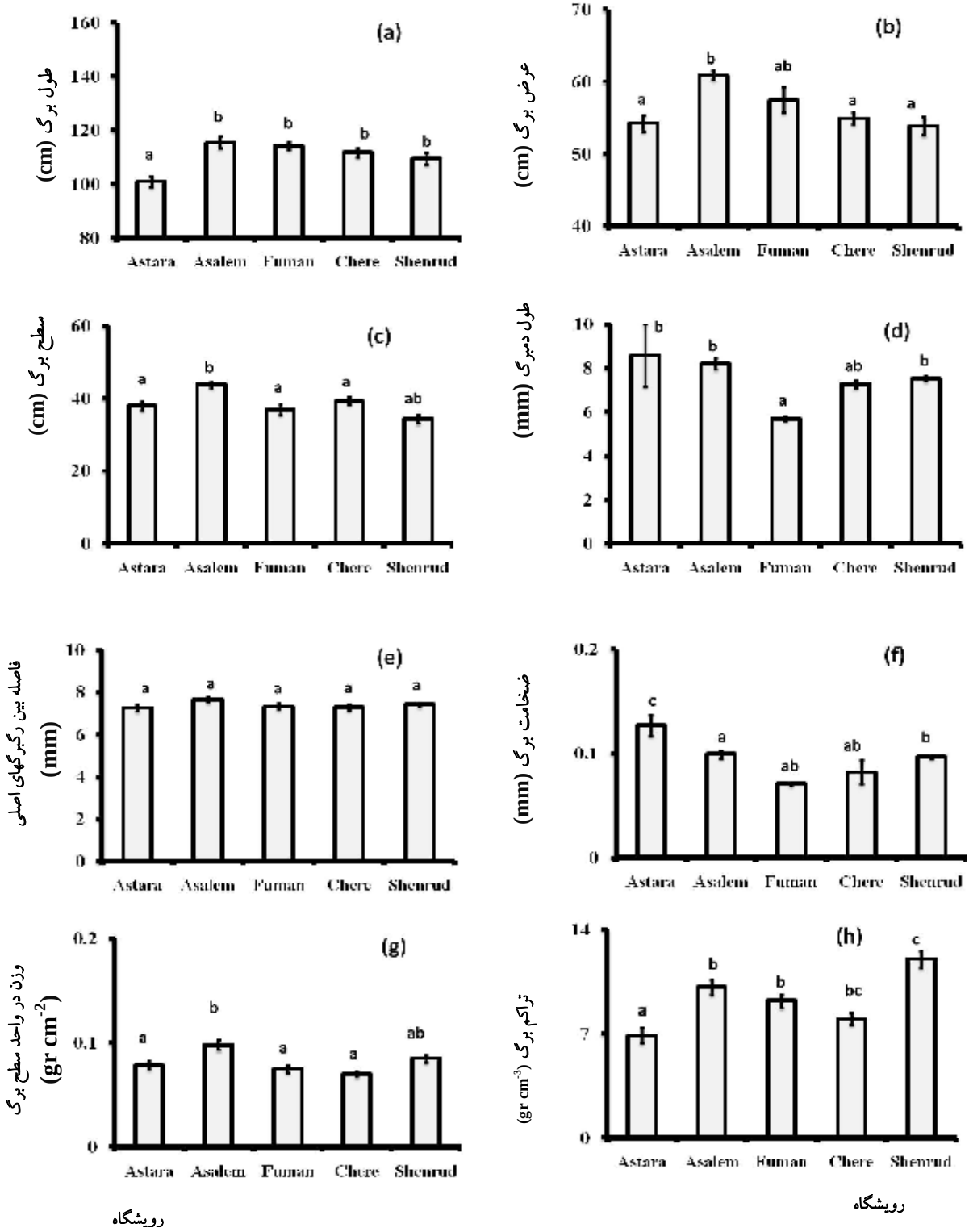
بالاترین و پایین‌ترین رقم وزن در واحد سطح به‌ترتیب متعلق به حوزه شماره 7 (اسالم) و حوزه شماره20 (چره) می‌باشد (شکل 4g). شن-رود ($11.99\ gr\ cm^{-3}$) و آستارا ($6.86\ gr\ cm^{-3}$) به‌ترتیب پایین‌ترین و بالاترین رقم را برای تراکم برگ نشان دادند (شکل 4h) .

همان‌طور که در جدول شماره 2 نشان داده شده است، تراکم‌برگ و ضخامت‌برگ از رابطه آماری معنی‌داری برخودار هستند (r =-0.95). ولی رابطه بین وزن در واحد سطح، با ضخامت برگ (r = 0.34) و تراکم برگ (r = -0.11) دارای همبستگی ضعیفی می باشد.

باتوجه به این‌که منابع مختلف روابط متفاوتی را بین ضخامت‌برگ، وزن در واحد سطح و تراکم‌برگ برای گونه‌های مختلف گزارش کرده‌اند [8،9،14،18]، بنابراین روابط گزارش‌شده بین ضخامت‌برگ، وزن در واحد سطح و تراکم-برگ در این تحقیق نیز صحیح به‌نظر می‌رسند.

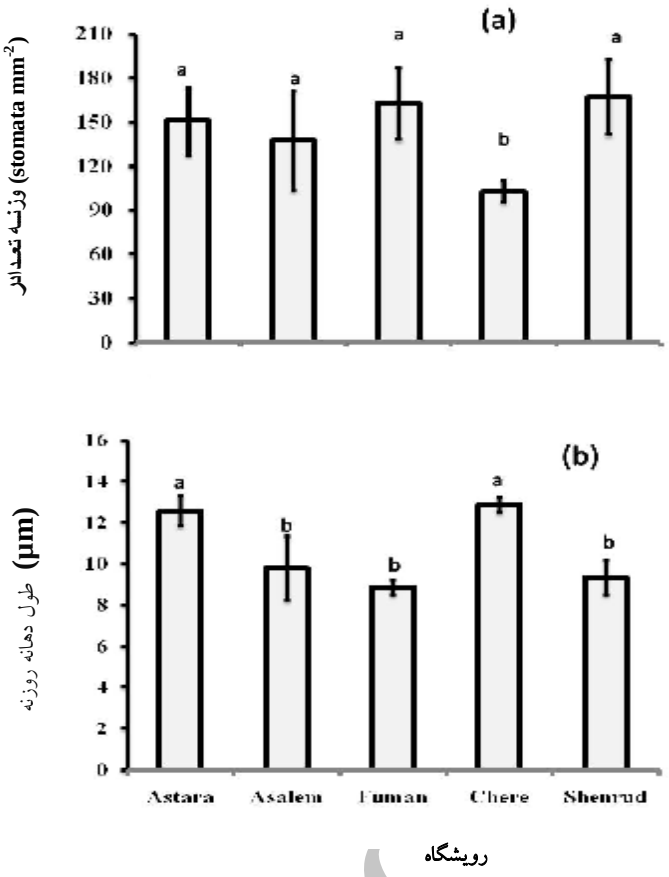
Archive of SID

www.SID.ir



شکل 4- مقایسه آماری صفات مختلف برگ در حوزه‌های مورد مطالعه

www.SID.ir



شکل 5- مقایسه آماری صفات مختلف روزنه در حوزه‌های مورد مطالعه.

صفات مربوط به روزنه نیز در در سطح آماری 5 درصد متفاوت می‌باشند(شکل 5). کمترین مقدار در حوزه شماره 20 (چره) با 102±7.27 روزنه در واحد سطح مشاهده گردید که به‌طور معنی‌داری با بقیه متفاوت است. در ضمن همین حوزه دارای بزرگترین مقدار طول روزنه (12.85±0.37) می‌باشد. همان‌طور که در جدول 2 مشاهده می‌شود، دو صفت مربوط به روزنه که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند دارای رابطه معکوس هستند ($r=-0.70$; $P<0.01$).

باتوجه به رابطه آماری قوی بین تعداد در واحد سطح‌برگ سلول‌های روزنه با وزن در واحد سطح ($r=-0.76$; $P<0.01$)، می‌توان گفت که وزن در واحد سطح با افزایش تعداد سلول‌های موجود در برگ افزایش می‌یابد.

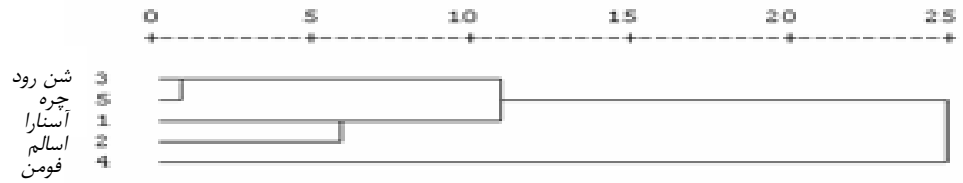
Archive of SID
www.SID.ir

جدول 2- مقادیر ضریب همبستگی بین صفات مختلف برگ راش شرقی.

خصوصیات برگ	عرض	طول	سطح	طول دمبرگ	ضخامت	فاصله بین رگبرگ‌ها	وزن در واحد سطح	تراکم	تعداد روزنه	طول دهانه روزنه
عرض	1									
طول	**0.70**	1								
سطح	**0.79**	**0.38**	1							
طول دمبرگ	**-0.61**	**-0.54**	**0.36**	1						
ضخامت	**0.23**	**-0.80**	**0.09**	**0.89**	1					
فاصله بین رگبرگها	**0.77**	**0.56**	**0.61**	**0.28**	**0.02**	1				
وزن در واحد سطح	**0.31**	**0.31**	**-0.01**	**0.26**	**0.34**	**0.65**	1			
تراکم	**0.31**	**0.77**	**-0.15**	**-0.94**	**-0.95**	**0.02**	**-0.11**	1		
تعداد روزنه	**-0.72**	**-0.17**	**-0.54**	**-0.17**	**0.14**	**0.06**	**0.76**	**0.14**	1	
طول دهانه روزنه	**-0.43**	**-0.57**	**0.17**	**0.43**	**0.43**	**-0.50**	**-0.68**	**-0.64**	**-0.70**	1

** معنی‌دار در سطح 1 درصد، * معنی‌دار در سطح 5 درصد

درنهایت برای رسته‌بندی از روش تجزیه خوشه‌ای استفاده شد که براین‌اساس صفات مورد مطالعه در رویشگاه‌های مد نظر به سه دسته تقسیم‌بندی شدند: (i) فومن (ii) اسالم و آستارا (iii) شن‌رود و چره (شکل 6).



شکل 6- دندروگرام به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای صفات مختلف برگ راش شرقی در پنج رویشگاه طبیعی راش به روش وارد (**Ward**)

Archive of SID

www.SID.ir

برای بررسی تاثیر تنوع‌جغرافیایی در شکل‌گیری این گروه‌ها، رابطه بین صفات اندازه‌گیری شده با عرض‌جغرافیایی و عوامل ادافیکی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جداول 3و4 نشان داده شد. عرض‌جغرافیایی از این جهت انتخاب شد که با تغییر آن، مجموعه‌ای از فاکتورهای محیطی (درجه حرارت، فتوپریودیسم و بارندگی) تغییر می‌کند [4،17].

همان‌طورکه در جداول 3 و 4 نشان‌داد، تمامی صفات مورد مطالعه یا با عرض‌جغرافیایی یا با فاکتورهای خاکی یا با هر دو مثل طول سلول‌های روزنه و سطح‌برگ رابطه آماری معنی‌داری را نشان می‌دهد.

رابطه منفی بین عرض‌جغرافیایی با طول برگ، و رابطه مثبت آن با طول دمبرگ برای راش شرقی، همسو با یافته هوپکینز و همکاران (2008) [1] برای گیاه‌آرابیدوپسیس لیتا[2] می‌باشد. طبق نظر هوپکینز و همکاران (2008) این تغییر در گیاهان به‌این دلیل اتفاق می‌افتد که در عرض-های جغرافیایی بالاتر گیاه برای دریافت نور بیشتر باید به صورت افقی قرار گیرد، لذا دمبرگ-ها افزایش طول می‌یابند. این امر نشان‌دهنده سازش راش شرقی با شرایط محیطی حاکم در هر رویشگاه می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج بالا به‌نظر می‌رسد که گروه‌های ایجادشده تحت تاثیر شرایط اقلیمی (نور، بارندگی و...) و ادافیکی مناطق مورد مطالعه بوجود آمده‌اند و یا به عبارت دیگر تفاوت‌های مورفو-آناتومیک برگ در راش شرقی تحت تاثیر تنوع جغرافیایی بوجود آمده‌است. امکان دارد که تفاوت‌های مورفو-آناتومیک برگ در راش شرقی که در اثر سازش با شرایط‌محیطی (اقلیم، خاک و...) بوجود آمده‌است، در دراز مدت تبدیل به تفاوت‌های ژنتیکی شده باشند[1]. ولی تشخیص این‌که این تفاوت‌ها فنوتیپی هستند یا ژنتیکی، نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

[1] - *Hopkins et al., 2008*

[2] - Arabidopsis thaliana

Archive of SID
www.SID.ir

جدول 3- مقادیر ضریب همبستگی بین صفات مختلف برگ راش شرقی و عرض جغرافیایی

صفات	عرض جغرافیایی
عرض برگ	0.26
طول برگ	-0.44*
سطح برگ	0.56**
طول دمبرگ	0. 54**
ضخامت برگ	0.64**
فاصله بین رگبرگ‌ها	-0.01
وزن در واحد سطح	-0.01
تراکم برگ	-0.58**
تعداد روزنه	-0.16
طول دهانه روزنه	0.48**

** معنی‌دار در سطح 1 درصد، * معنی‌دار در سطح 5 درصد

جدول 4- مقادیر ضریب همبستگی بین صفات مختلف برگ راش شرقی و خصوصیات ادافیکی

صفات	pH	ماده آلی
عرض برگ	-0.54**	0.07
طول برگ	-0.18	-0.10
سطح برگ	-0.61**	0.30
طول دمبرگ	0.17	-0.19
ضخامت برگ	0.14	-0.10
فاصله بین رگبرگ‌ها	0.07	-0.52**
وزن در واحد سطح	0.35	-0.71**
تراکم برگ	-0.16	0.05
تعداد روزنه	0.34	-0.49**
طول دهانه روزنه	-0.22	0.55**

** معنی‌دار در سطح 1 درصد، * معنی‌دار در سطح 5 درصد

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1- مروی مهاجر، م، 1355، بررسی خواص کیفی راشستان‌های شمال ایران. نشریه دانشکده منابع طبیعی، شماره 34.

2. Ahmadi, M.T. Attarod, P. Marvi Mohadjer, M.R. Rahmani, R. Fathi J.2009, Partitioning rainfall into throughfall, stemfow, and interception loss in an oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest during the growing season. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 33(6):557–568.

3. Bayramzadeh, V., Funada, R. Kubo, T. 2008, Relationships between vessel element anatomy and physiological as well as morphological traits of leaves in *Fagus crenata* seedlings originating from different provenances. Trees 22(2): 217–224.

4. Berry, J.A. and Raison, J.K. 1981, Responses of macrophytes to temperature. In: Lange, O.L. Nobel, P.S. Osmond, C.B. and Ziegler, H. (eds), Physiological Plant Ecology I. responses to the Physical Environment. Springer-Verlag, New York, pp.277–337.

5. Boardman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Annual Review of Plant Physiology 28: 355–377.

6. Bussotti, F. Borghini, F. Celesti, C. Leonzio, C. Bruschi P. 2000, Leaf morphology and macronutrients in broadleaved trees in central Italy. Trees 14(7): 361–368.

7. Castro-Diez P., Villar-Salvador, P. Perez-Rontome, C. Maestro-Martinez, G. Montserrat-Marti, G.1997, Leaf morphology and leaf chemical composition in three *Quercus* (*Fagaceae*) species along a rainfall gradient in NE Spain. Trees 11(3): 127–134.

8. Choong, M.F. Lucas, P.W. Ong, J.S.Y. Pereira, B. Tan, H.T.W. Turner, I.M. 1992, Leaf fracture toughness and sclerophylly: their correlation and ecological implications. New Physiologist 121(4): 597–610

Archive of SID

www.SID.ir

9. Dijkstra, P. 1990, Cause and effect of differences in specific leaf area. In: H. Lambers, M.L. Cambridge, H. Konings and T.L. Pons (eds.), Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants, SPB Academic Publication, The Hague, pp. 125-140

10. Gee, G.W. Bauder, J.W. 1986,Particle-size analysis. In: A. Klute (eds.), Methods of soil analysis, Soil Science Society of America, Madison, pp. 383-411

11. Gratani, L. Meneghini, M. Pesoli, P. Crescente, M.F. 2003, Structural and functional plasticity of *Quercus ilex* seedlings of different provenances in Italy. Trees 17(6): 515–521.

12. Gravano, E. Bussotti, F, Grossoni, P, Tani, C, 1999, Morpho-anatomical and functional modifications in beech leaves on the top ridge of the Apenines (central Italy). Phyton 39(4): 41–46.

13. Hopkins, R. Schmitt, J. Stinchcombe, J. 2008, A latitudinal cline and response to vernalization in leaf angle and morphology in Arabidopsis thaliana(Brassicaceae) New Phytologist 179: 155–164

14. Körner, C. Diemer, M . 1987, In situ photosynthetic responses to light, temperature carbon dioxide in herbaceous plants from low and high altitude. Functional Ecology 1(3): 179–194.

15. Kull, O. Broadmeadow, M. Kruijt, B. Meir, P. 1999, Light distribution and foliage structure in an oak canopy. Trees 14(2): 55–64

16. Nelson, D.W. Sommers, L.E. 1996, Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: L. Sparks (eds.), Methods of soil analysis, Soil Science Society of America, Madison, pp. 961-1010

17. Salisbury, F.B. 1981, Responses to photoperiod. In: Lange, O.L. Nobel, P.S. Osmond, C.B. and Ziegler, H. (eds), Physiological Plant Ecology I. Responses to the Physical Environment.Springer-Verlag, New York, pp. 135–168

18. Witkowski, ET. Lamont, B.B. 1991, Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. Oecologia 88(4): 486–493.

Archive of SID

www.SID.ir