



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره هفتم، شماره پانزدهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافیک بر ویژگی‌های رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) در زیست بوم‌های مرتعی خراسان جنوبی

محمد ساغری^{۱*}، مسلم رستم پور^۲ و محمدعلی محمدی^۳

^۱ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند

^۲ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند

^۳ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۶

چکیده

مطالعه پوشش گیاهی در ارتباط با عوامل محیطی، یکی از جنبه‌های مهم در مدیریت و حفاظت اکوسیستم‌های طبیعی محسوب می‌شود. در این تحقیق به بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا (در چهار طبقه: کمتر از ۱۶۰۰ متر، ۱۶۰۰-۱۸۰۰، ۱۸۰۰-۲۰۰۰ و بیشتر از ۲۰۰۰ متر) و جهت شیب (در چهار جهت اصلی: شمال، جنوب، شرق و غرب) بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی شامل: تعداد در هکتار (تراکم)، ارتفاع متوسط، قطر تاج پوشش، تعداد جست، قطر قطورترین جست، درجه سلامت تنه و تجدید حیات طبیعی پرداخته شد. به منظور بررسی اثرات ارتفاع و جهت شیب بر خصوصیات رویشی از تحلیل GLM و آزمون LSD و به منظور تعیین همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا با خصوصیات رویشی و تجدید حیات طبیعی درختچه بادام کوهی از ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر ارتفاع از سطح دریا بر کلیه خصوصیات رویشی مورد مطالعه درختچه بادام کوهی معنی‌دار است ($P < 0/01$). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تراکم و تجدید حیات طبیعی در طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰-۲۰۰۰ متر و کمترین آن در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۶۰۰ متر واقع شده است. همچنین حداکثر ارتفاع درختچه در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۶۰۰ متر و حداقل آن در طبقات ارتفاعی ۱۸۰۰-۲۰۰۰ و بالاتر از ۲۰۰۰ متر بود. نتیجه تحلیل GLM نشان داد که بیشترین قطر تاج پوشش و سلامت تنه در ارتفاع کمتر از ۱۶۰۰ متر و جهت شمالی و کمترین آن در ارتفاعات میانی و بالا و جهات جنوبی و شرقی مشاهده شده است. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد که بین ارتفاع از سطح دریا و تعداد جست همبستگی

* نویسنده مسئول: msaghari@birjand.ac.ir

مثبت معنی‌دار و بین ارتفاع از سطح دریا و ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش درختچه و نیز سلامت تنه آن همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب، نیازهای بوم‌شناختی، پوشش گیاهی، بادام کوهی

مقدمه

منابع طبیعی در هر کشور از سرمایه‌های اساسی آن محسوب گردیده و بنابراین لازم است تا با مدیریتی صحیح و علمی از آن بهره‌برداری و حفاظت شود. این امر مستلزم داشتن اطلاعاتی دقیق از ویژگی‌های کمی و کیفی رستنی‌ها و آگاهی از روابط بین گیاهان و عوامل محیطی آن‌ها است (اولیایی و همکاران، ۱۳۸۹). بررسی پوشش گیاهی در مطالعات کاربردی به منظور دستیابی به اطلاعات برای حل مسائل اکولوژیک در رابطه با مدیریت و حفاظت زیست‌بوم‌های طبیعی مطرح بوده است (مصدافی، ۱۳۸۴). در این بین اکوسیستم‌های مرتعی به دلیل شرایط ویژه فیزیکی و محیطی حاکم بر آن‌ها به شدت تحت تأثیر عوامل تشکیل دهنده اکوسیستم قرار دارند. به طور کلی، به منظور دستیابی به مدیریت صحیح باهدف حفاظت، احیاء، اصلاح و بهره‌برداری اصولی از مراتع، آگاهی صحیح از روابط متقابل اجزاء اکوسیستم امری ضروری است. این امر جز با بررسی روابط بین گونه‌های گیاهی و عوامل مؤثر در استقرار آن‌ها حاصل نخواهد شد (Bravo et al, 2006). به‌طور خاص نیز آگاهی از عوامل محیطی مؤثر بر رشد درختان و درختچه‌ها، به دلیل اهمیت رشد بر ساختار و زیتوده جنگل‌ها و مراتع از اهداف اصلی علم اکولوژی گیاهی است (Coomes and Allen, 2007).

باید خاطر نشان کرد اکثر محققان مرتع و خاک شناسان بیان می‌کنند که خصوصیات پوشش گیاهی علاوه بر خاک، تابعی از شکل زمین و عوامل ژئومورفولوژی و توپوگرافی نیز می‌باشد (زارع مهرجردی و همکاران، ۱۳۸۶؛ شجاعی و همکاران، ۱۳۹۴؛ ساغری و همکاران، ۱۳۹۵). عوامل پستی و بلندی علاوه بر اینکه در استقرار و الگوی پراکنش توده‌های جنگلی نقش مهمی دارند بر روی بسیاری از خصوصیات کمی جنگل مانند تراکم، ارتفاع درختان، زادآوری و سلامت نیز مؤثر هستند (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۴). البته عوامل پستی و بلندی از قبیل ارتفاع و جهت به‌طور مستقیم بر خصوصیات رویشی گیاه تأثیرگذار نیستند (اردکانی، ۱۳۹۷) بلکه یک مطالعه جامع نشان می‌دهد که اثرات ارتفاع بر گیاهان می‌تواند از طریق تأثیر بر شرایط اقلیمی و تشعشع خورشید در طول روز و فصل رویش بر خصوصیات رویشی گیاه مؤثر باشد (Lyu et al. 2016; Gale, 2004).

در محیط‌های کوهستانی، نقش پستی و بلندی در توزیع و پراکنش، تنوع و غنای پوشش گیاهی پررنگ‌تر بوده و تحقیقات متعددی، تغییرات پوشش گیاهی را در طول گرادیان ارتفاعی تأیید کرده

است (جعفری و رستم پور، ۱۳۹۷). با این حال مطالعه خصوصیات رویشی و زایشی گیاهان در اثر پستی و بلندی کمتر مورد توجه قرار گرفته شده است و تحقیقات در این زمینه محدود است. الوانی نژاد (۱۳۷۸) در تحقیق خود در استان فارس دریافت که گونه‌های جنس بادام در خاک‌های آبرفتی کوهپایه‌ها به خوبی رشد می‌کنند و عامل جهت نقش بسیار مهمی در پراکنش گونه بادامک دارد. بطوریکه این درختچه‌ها بیشتر جهات جغرافیای شرقی، جنوبی و جنوب شرقی را ترجیح می‌دهند. سالاریان و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای، نیاز رویشگاهی بادامک را در جنگل‌های زاگرس بررسی کرده و گزارش نمودند که جهت جغرافیایی به عنوان عامل مهمی در پراکنش بادامک نقش دارد، بطوریکه میانگین ارتفاع، تعداد جست، قطر یقه، قطر تاج و درصد تاج پوشش این گونه در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی بود.

گودرزی (۱۳۸۷) نیاز رویشگاهی بادامک در استان مرکزی را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسید که بیشترین تراکم بادامک در دامنه‌های جنوبی و حداکثر شادابی و زادآوری در دره‌های شمالی و شرقی و بیشترین تراکم در دامنه ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. توکلی‌نکو و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی که بر روی رویشگاه‌های بادامک در استان قم انجام دادند دریافتند که مهم‌ترین عامل در حضور و عملکرد درختچه‌های بادامک در مناطق مورد بررسی، جهت جغرافیایی می‌باشد و شرایط خاک به ویژه بافت خاک را عامل مؤثری می‌دانند. جاویدفر و همکاران (Javidfar et al, 2017)، رابطه عوامل خاکی و شیب را با خصوصیات رویشی بادام کوهی در منطقه نهبندان انجام دادند و نتیجه گرفتند که درصد رس، ماده آلی، آهک و میزان اسیدیته خاک در پراکنش این گونه مؤثر هستند.

پژوهش حاضر در رویشگاه بادام کوهی در مرتع آرویز شهرستان نهبندان که با توجه به ویژگی‌های اکولوژیکی از نظر پراکنش گونه بادام کوهی، ارزش طبیعت‌گردی برای منطقه و نیز تأثیر زیادی که بر اقتصاد جامعه روستایی آن منطقه دارد انجام پذیرفت. هدف از این مطالعه تعیین و بررسی برخی از شرایط اکولوژیک رویشگاه گیاه بادام کوهی شامل تأثیر ارتفاع از سطح دریا و چهار جهت اصلی بر برخی از خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی در مراتع خشک منطقه آرویز شهرستان نهبندان واقع در استان خراسان جنوبی بوده و نتایج حاصل از آن می‌تواند در افزایش موفقیت طرح‌های اصلاحی و احیایی مراتع در این منطقه و نیز مناطقی با شرایط اکولوژیک مشابه با منطقه تحقیق، مورد استفاده قرار گیرد. فرضیه تحقیق حاضر این است که ارتفاع از سطح دریا، نسبت به جهت دامنه تأثیر بیشتری بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی دارد و یک همبستگی معنی‌داری بین ارتفاع از سطح دریا با خصوصیات مذکور وجود دارد.

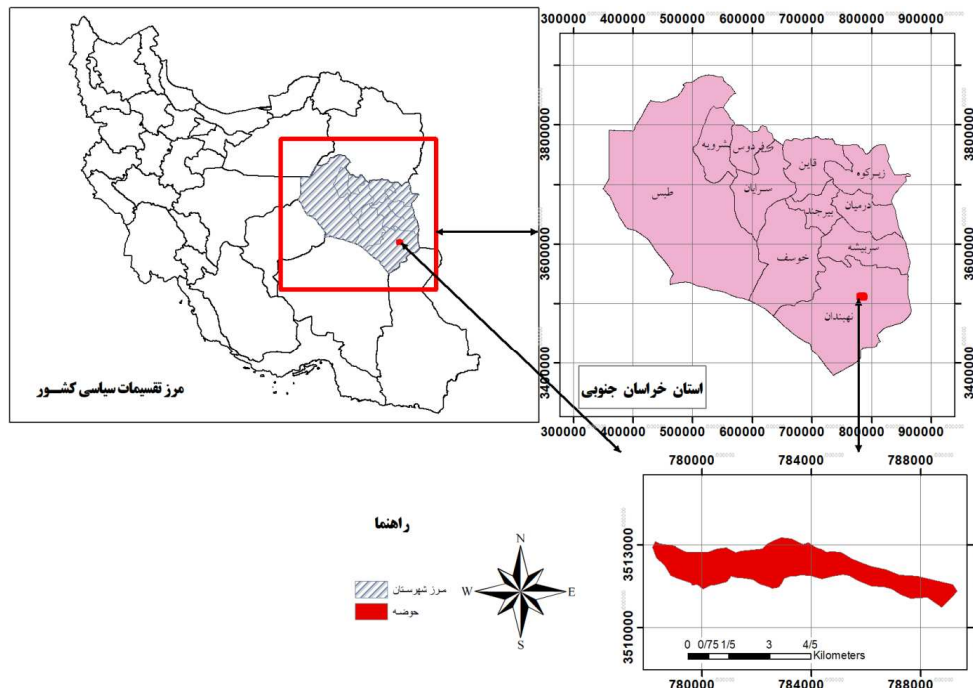
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد تحقیق در استان خراسان جنوبی و در ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان نهبندان در عرض‌های شمالی ۳۱° ۴۱' ۵۰" تا ۳۱° ۴۱' ۶۰" و در طول‌های شرقی ۶۰° ۰۱' ۴۰" تا ۶۰° ۰۲' ۳۴" واقع شده است. مساحت منطقه مورد نظر ۱۰۹۴/۳ هکتار است. در شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه در کشور، استان خراسان جنوبی و شهرستان نهبندان نشان داده شده است. ارتفاع حداقل و حداکثر این منطقه به ترتیب ۱۴۹۴ و ۲۴۹۰ متر از سطح دریا و جهت شیب غالب منطقه، شرقی غربی است.

بر اساس آمارهای هواشناسی موجود، میانگین بارندگی سالانه در این منطقه برابر ۱۲۷/۵ میلی‌متر با حداکثر ریزش برابر ۳۳/۷ میلی‌متر در اسفند ماه و حداقل بارندگی برابر صفر میلی‌متر در مرداد ماه است. میانگین حداقل دمای سردترین ماه سال برابر ۰/۴ درجه سانتی‌گراد در دی ماه و میانگین دمای حداکثر در گرم‌ترین ماه سال (تیر) برابر ۳۸/۶ درجه سانتی‌گراد در دوره آماری ۱۳۹۶-۱۳۶۸ است. بر اساس این آمار، دوره بارندگی از اواسط آذرماه شروع و تا اواسط فروردین به مدت چهار ماه ادامه یافته و طول دوره خشکی برابر هشت ماه است (اداره کل هواشناسی خراسان جنوبی، ۱۳۹۶).

از نظر ژئومورفولوژی نیز، محدوده تحقیق، شامل اراضی کوهستانی، تپه‌ماهوری و دشت رسوبی (مخروط افکنه جدید، مخروط افکنه قدیم و آبرفت بستر رودخانه) است. سازندهای زمین‌شناسی این منطقه نیز عبارت از تشکیلات فیلیت، شیل، ماسه‌سنگ، توفهای داسیتی، کنگلومرا، مارن، آندزیت و بازالت و آذرآواری‌های دوباره جایجا شده می‌باشد. از نظر خاکشناسی نیز، خاک‌های منطقه در دو رده آنتی سول و آریدیسول در طبقه‌بندی آمریکایی قرار می‌گیرند. عمق خاک عموماً به دلیل شرایط توپوگرافی کم بوده و کلاس هیدرولوژیکی این خاک‌ها غالباً B و C است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان جنوبی، ۱۳۸۹).



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در ایران، استان خراسان جنوبی و شهرستان نهبندان

روش تحقیق

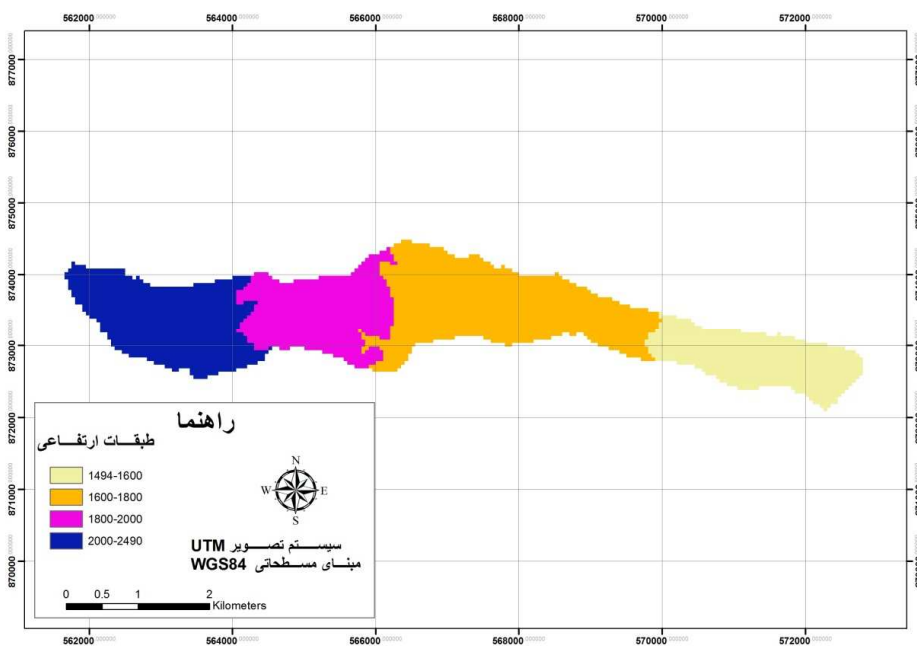
تهیه اطلاعات فیزیوگرافیک

برای تولید نقشه طبقات ارتفاعی از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور به شماره‌های 8053IISE و 8053IIISW و امکانات و قابلیت‌های نرم‌افزار ArcGIS ۱۰/۳ استفاده و اقدام به تولید نقشه مدل رقومی ارتفاع نموده و در نهایت با توجه به تغییرات ارتفاعی منطقه و تغییرات کلی پوشش گیاهی، محدوده مورد مطالعه به چهار طبقه ارتفاعی کلی (در بازه‌های کمتر از ۱۶۰۰ متر، ۱۶۰۰-۱۸۰۰ متر، ۱۸۰۰-۲۰۰۰ متر و بالاتر از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا) از هم تفکیک شده که مشخصات آن در جدول ۱ و شکل ۳ ارائه شده است.

نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان / دوره هفتم، شماره پانزدهم، پاییز و زمستان ۱۳۹۸

جدول ۱- طبقات ارتفاعی و درصد مساحت هر طبقه در محدوده مورد مطالعه

| طبقات ارتفاعی (متر از سطح دریا) | مساحت هر طبقه (هکتار) | درصد مساحت | تعداد پلات مورد اندازه گیری |
|---------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------|
| کمتر از ۱۶۰۰ | ۲۰۶/۵ | ۱۸/۸۸ | ۳۳ |
| ۱۶۰۰-۱۸۰۰ | ۳۸۷/۵ | ۳۵/۴۱ | ۸۹ |
| ۱۸۰۰-۲۰۰۰ | ۲۲۶/۲۵ | ۲۰/۶۷ | ۴۰ |
| بالاتر از ۲۰۰۰ | ۲۷۴ | ۲۵/۰۴ | ۳۹ |
| کل مرتع | ۱۰۹۴/۳ | ۱۰۰ | ۲۰۱ |



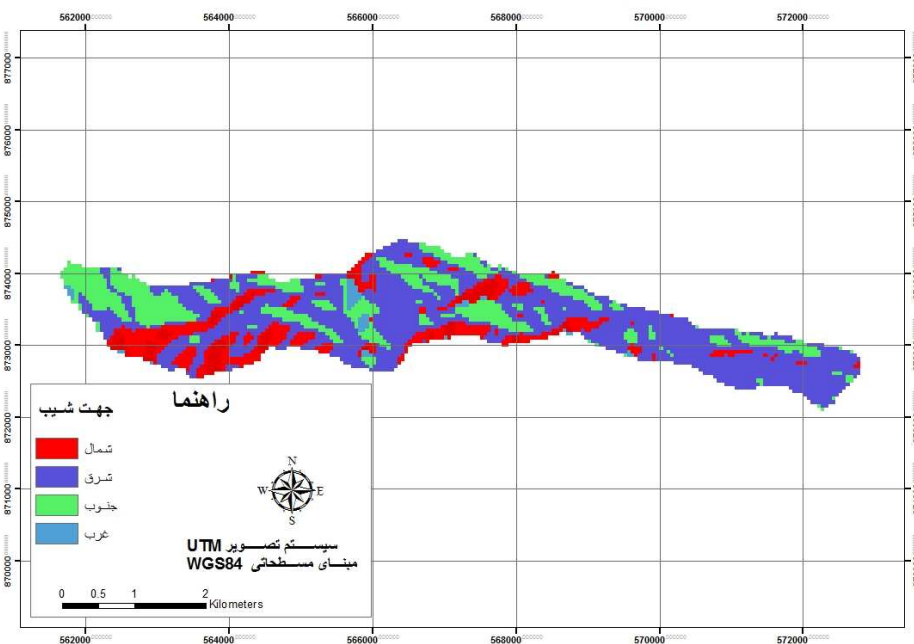
شکل ۳- نقشه طبقات ارتفاعی محدوده مورد مطالعه

محمد ساغری و همکاران

همچنین با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاع، نقشه جهت شیب در چهار جهت اصلی شمال، جنوب، شرق و غرب تولید شد (شکل ۴). در جدول ۲ مساحت و درصد مربوط به هر جهت شیب ارائه شده است.

جدول ۲- مساحت و درصد جهت شیب در منطقه مورد بررسی

| جهت | مساحت هر جهت (هکتار) | درصد مساحت |
|---------------------|----------------------|------------|
| شمال | ۲۰۱/۲۵ | ۱۸/۳۹ |
| جنوب | ۲۵۹/۲۵ | ۲۳/۷ |
| شرق | ۶۱۷ | ۵۶/۳۸ |
| غرب | ۱۶/۷۵ | ۱/۵۳ |
| مساحت کل مرتع آرویز | ۱۰۹۴/۳ | ۱۰۰ |



شکل ۴- نقشه جهت شیب منطقه مورد بررسی

روش نمونه‌برداری

در این تحقیق از طرح آزمایش‌های کاملاً تصادفی با تکرار نامساوی استفاده گردید. تیمارها عبارت بودند از: ۱- طبقات ارتفاعی (در چهار سطح شامل کمتر از ۱۶۰۰ متر، ۱۸۰۰-۱۶۰۰ متر، ۲۰۰۰-۱۸۰۰ متر و بالاتر از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا) و ۲- جهت شیب (در چهار سطح شامل جهت شمالی، جنوبی، شرقی و غربی). برای جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز در این تحقیق نیز، از ترانسکت‌گذاری به روش سیستماتیک- تصادفی استفاده شد. تعیین ترانسکت‌ها به صورت سیستماتیک انجام شد. ترانسکت‌ها در جهت طولی منطقه تحقیق و از شرق به غرب آن، ابتدا در آزمایشگاه و در روی نقشه توپوگرافی و سپس در عرصه با استفاده از GPS پیاده گردید. فاصله هر یک از ترانسکت‌ها بر روی خط پایه با توجه به وسعت منطقه، ۲۵۰ متر در نظر گرفته شد. براین اساس و به صورت کلی، تعداد ۱۱ ترانسکت مورد نظر قرار گرفت که تعداد و طول هر کدام در هر یک از طبقات ارتفاعی، متغیر بود. تعیین نقاط نمونه‌گیری (پلات‌ها) نیز بر روی هر ترانسکت به صورت تصادفی انجام پذیرفت. ابعاد پلات‌ها برابر ۱۰ متر × ۱۰ متر تعیین شد (مقدم، ۱۳۸۷؛ Bonham, 2013) که در مجموع تعداد ۲۰۱ پلات، ارزیابی شدند (جدول ۲). در هر پلات خصوصیات رویشی و زایشی پایه‌های درختچه بادام کوهی شامل تراکم، ارتفاع، قطر تاج پوشش، تعداد جست، قطر قطورترین جست، درصد سلامت تنه و درصد تجدید حیات مطابق دستورالعمل آماربرداری جنگل (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۴) و نیز جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، شمارش، اندازه‌گیری و یادداشت گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور بررسی اثرات ارتفاع و جهت شیب بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA)، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD و به منظور درک رابطه همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا با خصوصیات تراکم، ارتفاع درختچه، تعداد جست، قطر تاج پوشش، قطر قطورترین جست و درصد سلامت تنه درختچه بادام کوهی از ضریب همبستگی پیرسون و با تجدید حیات طبیعی از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری توسط نرم‌افزار Statistics SPSS IBM نسخه ۲۲ انجام شد.

نتایج

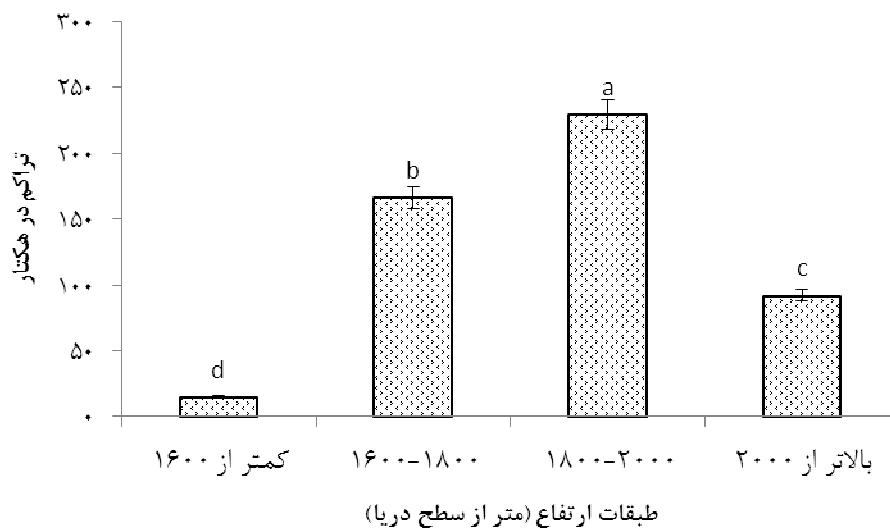
اثر ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی نتایج تجزیه واریانس تأثیر ارتفاع و جهت شیب بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی نشان داد که اثر اصلی ارتفاع بر کلیه خصوصیات رویشی و زایشی مورد مطالعه در درختچه بادام کوهی در منطقه مورد بررسی معنی دار است (جدول ۳). اثر اصلی جهت و اثرات متقابل ارتفاع در جهت بر روی قطر تاج پوشش، قطر قطورترین جست و درصد سلامت تنه بادام کوهی معنی دار شده است.

جدول ۳- تحلیل واریانس اثر اصلی و متقابل عوامل فیزیوگرافیک بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی در منطقه مورد مطالعه

| میانگین مربعات | | | | | | | | |
|----------------|------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------|------------------|----------------|----------------------|
| منابع تغییر | درجه آزادی | تراکم | ارتفاع درختچه | تعداد جست | قطر تاج پوشش | قطر قطورترین جست | درصد سلامت تنه | درصد تجدید حیات |
| ارتفاع | ۳ | ۳۹۱۳۱/۸** | ۱۵۳۲/۴** | ۳/۷۸** | ۱۲۰/۱** | ۴/۴۹** | ۱۶/۵۱** | ۱/۴۶** |
| جهت | ۳ | ۹۸۷/۰ ^{ns} | ۶۹/۳ ^{ns} | ۰/۱۷ ^{ns} | ۳۷/۰۷** | ۸/۱۰** | ۲/۵۹** | ۰/۰۸ ^{ns} |
| ارتفاع×جهت | ۹ | ۱۰۳۰/۴۶ ^{ns} | ۲۰/۵۶ ^{ns} | ۰/۴۹ ^{ns} | ۷/۱۵** | ۱/۳** | ۱/۰۹** | ۰۰/۰۱۲ ^{ns} |
| خطا | ۱۸ | ۶۴۱ | ۱۷/۲ | ۰/۳۰ | ۱/۹۹** | ۰/۰۶۷ | ۰/۲۲ | ۰/۰۱۷ |

** معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، ^{ns}: عدم معنی داری.

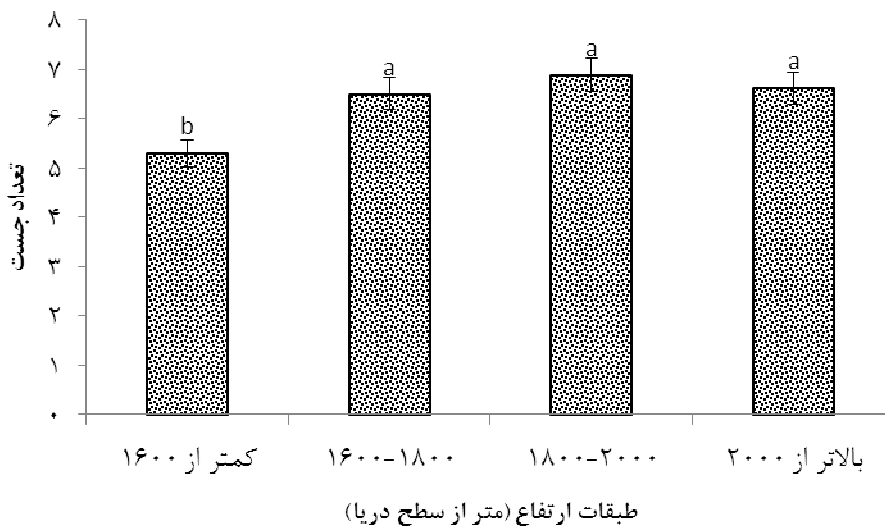
نتایج مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده نشان می‌دهد که بیشترین تراکم در طبقه ارتفاعی ۱۶۰۰-۲۰۰۰ متر به تعداد ۲۲۹ پایه در هر هکتار و کمترین تراکم در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۶۰۰ متر به تعداد ۱۵ پایه در هر هکتار، حداکثر ارتفاع درختچه و قطر تاج پوشش به ترتیب با ۲۰۹ و ۱۱۳/۵ سانتی متر در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۶۰۰ متر و حداقل آن‌ها به ترتیب با ۱۷۷ و ۱۰۳/۴ سانتیمتر در طبقه ارتفاعی بالاتر از ۲۰۰۰ متر، کمترین تعداد جست در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۶۰۰ متر وجود داشت و بین سایر طبقات ارتفاعی از لحاظ تعداد جست تفاوت معنی داری وجود ندارد. بیشترین درصد تجدید حیات به مقدار ۹۶/۹ درصد در طبقه ۱۸۰۰-۱۶۰۰ متر مشاهده شد و در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۶۰۰ متر، هیچ‌گونه پایه رویشی سال جاری مشاهده نشد (شکل‌های ۵ تا ۸).



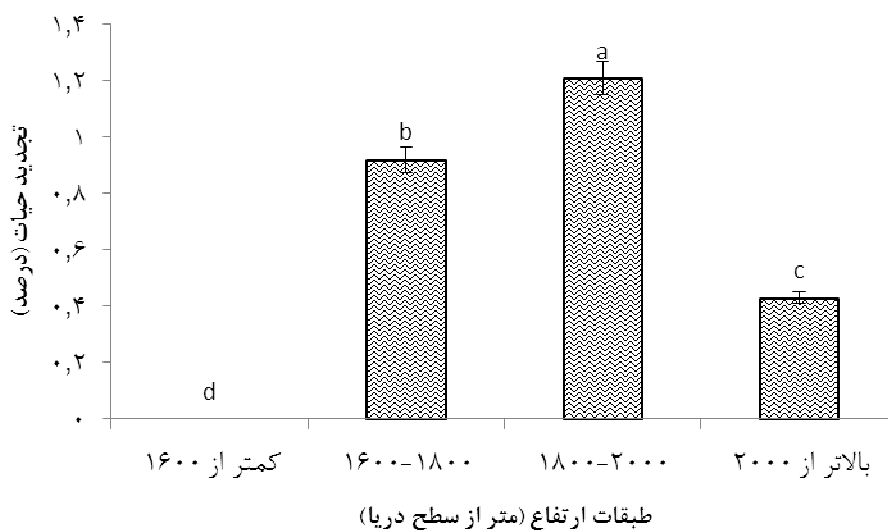
شکل ۵- مقایسه میانگین تراکم درختچه بادام کوهی در طبقات مختلف ارتفاعی منطقه مورد مطالعه



شکل ۶- مقایسه میانگین ارتفاع درختچه بادام کوهی در طبقات مختلف ارتفاعی منطقه مورد مطالعه



شکل ۷- مقایسه میانگین تعداد جست درختچه بادام کوهی در طبقات مختلف ارتفاعی منطقه مورد مطالعه



شکل ۸- مقایسه میانگین درصد تجدید حیات طبیعی درختچه بادام کوهی در طبقات مختلف ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

نتایج نشان داد که اثر جهت بر روی تراکم، ارتفاع درختچه، تعداد جست و درصد تجدید حیات تأثیر معنی داری ندارد (جدول ۳). بنابراین در جدول ۴ فقط به میانگین این خصوصیات در چهار جهت اصلی اشاره شده است.

جدول ۴- میانگین \pm اشتباه معیار برخی از خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی در چهار جهت شیب در

منطقه مورد مطالعه

| خصوصیات کمی رویشی | جهت شیب | | | |
|---------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | غرب | شرق | جنوب | شمال |
| تراکم (در هکتار) | ۱۳۱±۲۳/۸ | ۱۰۵±۲۵/۹ | ۸۵±۳۰/۸ | ۱۶۵/۸±۲۶/۹۵ |
| ارتفاع درختچه (سانتی متر) | ۱۹۳±۶/۳ | ۱۸۴/۲۷±۳/۷۷ | ۱۹۵±۶/۷۳ | ۱۹۸±۴/۹ |
| تعداد جست (در هکتار) | ۶/۳۳±۰/۳۳ | ۶/۲±۰/۱۷ | ۶/۴±۰/۴۰ | ۶/۷۵±۰/۳۶ |
| درصد تجدید حیات | ۰/۵۵±۰/۱۶ | ۰/۷۷±۰/۱۴ | ۰/۵۴±۰/۲۰ | ۰/۷۵±۰/۱۶ |

با توجه به داده‌های جدول ۳، از آنجایی که هم اثرات اصلی ارتفاع و جهت و هم اثرات متقابل ارتفاع در جهت بر روی سه خصوصیت قطر تاج پوشش، قطر قطورترین جست و درصد سلامت تنه بادام کوهی معنی دار شد از این رو، فقط به مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سه خصوصیت مذکور پرداخته شده است (جدول ۵).

همبستگی ارتفاع از سطح دریا با خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی

نتایج تحلیل همبستگی (جدول ۶) نشان می‌دهد که بین ارتفاع از سطح دریا و تعداد جست همبستگی مثبت معنی دار و بین ارتفاع از سطح دریا و ارتفاع گیاه، قطر تاج پوشش و سلامت درختچه همبستگی منفی معنی داری وجود دارد.

محمد ساغری و همکاران

جدول ۵- مقایسه میانگین \pm اشتباه معیار قطر تاج پوشش، قطر قطورترین جست و درصد سلامت تنه درختچه بادام کوهی در طبقات مختلف ارتفاعی و جهت شیب منطقه مورد مطالعه

| طبقات ارتفاع (متر) | جهت شیب | قطر تاج پوشش | قطر قطورترین جست | درصد سلامت تنه |
|--------------------|---------|-----------------|------------------|----------------|
| کمتر از ۱۶۰۰ | شمال | ۱۱۸±۰/۰۱a | ۹/۳±۰/۰۱bc | ۱۰۰±۰/۰۰a |
| | جنوب | ۱۰۷/۲±۰/۵۷b | ۹/۱۶±۰/۰۶cd | ۱۰۰±۰/۰۰a |
| | شرق | ۱۱۱/۵±۰/۶۴cd | ۹/۱۲±۰/۰۱۲cd | ۹۹/۷۵±۰/۰۱a |
| ۱۶۰۰-۱۸۰۰ | غرب | ۱۱۵±۰/۰۱bc | ۱۳/۷±۰/۰۱۵bc | ۱۰۰±۰/۰۰a |
| | شمال | ۱۱۳±۰/۰۵۷cd | ۹/۱۷±۰/۰۷cd | ۹۷/۶۶±۰/۰۳۳b |
| | جنوب | ۱۰۴/۶±۰/۵۰fg | ۸/۹±۰/۰۳de | ۹۸±۰/۰۲b |
| | شرق | ۱۱۱/۵±۰/۶۵d | ۷/۵±۰/۰۱۸i | ۹۶±۰/۰۲۵d |
| | غرب | ۱۰۶±۰/۰۳۳gh | ۸/۹±۰/۰۹de | ۹۷±۰/۰۲c |
| | شمال | ۱۰۶±۰/۰۵۴fg | ۸/۴±۰/۰۶fg | ۹۵/۳۳±۰/۰۵e |
| ۱۸۰۰-۲۰۰۰ | جنوب | ۱۰۲/۳±۰/۰۴۵gh | ۸/۷±۰/۰۱۶b | ۹۸±۰/۰۵۷b |
| | شرق | ۱۰۷/۲±۰/۰۸۰ef | ۶/۶±۰/۰۰۵j | ۹۳/۸±۰/۰۰۱f |
| | غرب | ۱۰۵±۰/۰۳۵j | ۹/۶±۰/۰۰۳ef | ۹۷±۰/۰۰۱c |
| | شمال | ۱۰۴/۳±۰/۰۱۲۰ghi | ۸/۱۳±۰/۰۰۶h | ۹۷±۰/۰۰۲c |
| بالاتر از ۲۰۰۰ | جنوب | ۱۰۱/۶±۰/۰۳hij | ۸/۷±۰/۰۱۴b | ۹۶/۰۶±۰/۰۰۳d |
| | شرق | ۱۰۲/۵±۰/۰۲۹ij | ۸/۳±۰/۰۱gh | ۹۶/۸±۰/۰۰۲۸c |
| | غرب | ۱۰۳/۳±۰/۰۰۷j | ۹/۶±۰/۰۱۲a | ۹۶±۰/۰۰۱۱d |

جدول ۶- ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن بین ارتفاع از سطح دریا و خصوصیات رویشی و زايشی درختچه بادام کوهی در منطقه مورد مطالعه

| تراکم | ارتفاع درختچه | تعداد جست | قطر تاج پوشش | قطر قطورترین جست | درصد سلامت تنه | درصد تجدید حیات |
|-------|---------------|-----------|--------------|------------------|----------------|-----------------|
| ۰/۵۳ | -۰/۷۰** | ۰/۳۸** | -۰/۷۵** | ۰/۱۸ | -۰/۵۲** | ۰/۰۷ |

** : معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

امکان رویش و وجود گونه بادام کوهی در بسیاری از نقاط کشور به ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک که بیش از ۸۰ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده و اکوسیستم آن در مقابل پدیده بیابان‌زایی به شدت حساس و آسیب‌پذیر می‌باشد، دارای اهمیت بسیار زیادی است (ایران‌منش و جهانبازی گوجانی، ۱۳۸۶). بادام کوهی در بسیاری از مناطق ایران در ناحیه ایران و تورانی پراکنش دارد، استقرار این گیاه در نهبندان که دارای اقلیم خشک و نیز خشک‌سالی‌های متوالی می‌باشد بیانگر سازگاری بالای این گونه با شرایط سخت محیطی است. این ویژگی در تحقیقات مختلفی بیان شده است. توکلی‌نکو و همکاران (۱۳۹۰) پراکنش این گیاه در اقلیم خشک سرد با دوره‌های خشکی طولانی مدت ۲۱۶ تا ۲۷۰ روزه استان قم را مورد بررسی قرار داده و به حضور آن در بیشتر مناطق نیمه-استپی قم با تراکم و عملکردهای متفاوت اشاره کرده‌اند.

در این تحقیق به مطالعه اثر عوامل توپوگرافی شامل ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب بر خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی در اکوسیستم‌های مرتعی شهرستان نهبندان که از جمله مناطق خشک در شرق کشور است، پرداخته شد.

می‌دانیم که ارتفاع از سطح دریا معرف تغییر نوسانات اقلیمی است (Lyu et al., 2016). به دلیل اختلاف ارتفاع میزان انرژی‌ای که هر نقطه‌ای از زمین، از خورشید دریافت می‌کند متفاوت است. با افزایش فشار هوا و کاهش ارتفاع نیز میزان درصد رطوبت و بارش تغییر می‌کند. بنابراین تغییرات ارتفاعی تأثیر بسیار زیادی بر روی سه ویژگی دما، بارش و رطوبت بر جای می‌گذارد. از این رو می‌توان گفت که ارتفاع از سطح دریا از عوامل مهم در گسترش یا عدم گسترش گیاهان است (جوزی و مرادی مجد، ۱۳۹۲).

تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که بین پراکنش گونه بادام کوهی و طبقات ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه رابطه‌ای معنی‌دار وجود دارد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، کلیه خصوصیات مورد بررسی گیاه بادام کوهی تحت تأثیر طبقات ارتفاعی قرار دارد. بطوریکه با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میانگین تراکم، میانگین ارتفاع گیاه و میانگین قطر تاج پوشش گیاه، کاهش نشان داد. افزایش ارتفاع با کاهش دما، افزایش شدت نور و افزایش وزش باد همراه است (اردکانی، ۱۳۹۷). بر اساس داده‌های تحقیق، بهترین محدوده رویشی گونه بادام کوهی، طبقه ارتفاعی ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه مشخص گردید.

نتیجه به دست آمده در این تحقیق با نتیجه تحقیق سالاریان و همکاران (۱۳۸۷) که در بررسی نیاز رویشگاهی گونه بادامک در جنگل‌های زاگرس طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا را

بهترین محدوده رویشی برای گونه بادامک در منطقه مورد مطالعه اعلام نمودند و نتیجه تحقیق گودرزی (۱۳۸۷) که طبقه ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا را رویشگاه مناسب‌تری برای بادامک معرفی نمود همخوانی و مطابقت دارد؛ اما با نتیجه تحقیق توکلی نکو و همکاران (۱۳۹۰) که رویشگاه بادامک در استان قم را مورد مطالعه قرار داده بودند و عنوان نمودند که در خصوص تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر حضور گونه بادامک روند خاصی را مشاهده نکرده‌اند مطابقت ندارد که شاید دلیل آن، اختلاف ارتفاع نه چندان زیاد مناطق مختلف مورد بررسی و تأثیر زیاد دیگر عوامل اکولوژیک از جمله شرایط خاک و جهت جغرافیایی و سایر عوامل مانند عوامل انسانی و غیره که توسط این محققین به آن اشاره شده است باشد.

از دیگر ویژگی‌هایی که در این تحقیق به مطالعه اثر آن بر خصوصیات اکولوژیکی بادام کوهی پرداخته شد جهت جغرافیایی است. نتایج نشان داد که بین پراکنش گونه بادام کوهی و جهت جغرافیایی در منطقه مورد مطالعه رابطه معنی‌دار آماری وجود ندارد؛ اما داده‌های عددی تحقیق و نیز مشاهدات میدانی، بیانگر آن است که تراکم گیاه در شیب شمالی بیشتر از سایر جهات بوده و سپس جهت‌های غربی، شرقی و جنوبی قرار دارند.

بنا بر نظر متخصصین، در مقیاس بزرگ، یکی از عوامل مهم ایجاد منطقه بندی رویش در کوهستان، جهت دامنه‌هاست و از عوامل مهم در استقرار گونه‌های گیاهی محسوب می‌شود (جعفری و رستم پور، ۱۳۹۸). جهت‌های شمالی، غربی، شرقی و جنوبی به ترتیب از نظر رطوبت شرایط مناسب‌تری را برای گیاهان فراهم می‌کنند (احمدی، ۱۳۸۶). بر این اساس، نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق سالاریان (۱۳۸۷) که بیان نموده جهت شمال، عامل مهمی در پراکنش گونه بادامک در جنگل‌های زاگرس است و همچنین با نتایج تحقیق جوزی و مرادی‌مجد (۱۳۹۲) که در ارزیابی شرایط رویشگاهی بادام کوهی در منطقه ابوالحسن دزفول، جهت شمال را بهترین جهت برای رویش این گونه معرفی نمودند مطابقت دارد اما با نتایج تحقیق الوانی نژاد (۱۳۷۸) که در بررسی عوامل مؤثر بر پراکنش بادام کوهی در فارس جهت‌های جنوبی، شرقی و جنوب شرقی را در پراکنش بیشتر این گونه مؤثر دانسته مطابق نیست. شاید علت این امر به عوامل اکولوژیکی دیگری بستگی داشته که نیاز به بررسی بیشتری در آن منطقه دارد.

حضور درختان و درختچه‌ها در یک رویشگاه جنگلی به دلیل اثرات متقابل چندگانه زنده و غیرزنده اکوسیستم است (Barnes et al, 1998). از آنجا که در هر شرایطی عوامل ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب با هم اثر می‌گذارند، بررسی اثر متقابل آن‌ها به عنوان عامل پیچیدگی در مطالعات روابط فیزیوگرافی و ویژگی‌های درختان حائز اهمیت است (ولی پور و همکاران، ۱۳۹۲).

تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که اثرات متقابل ارتفاع در جهت بر روی قطر تاج پوشش، قطر قطورترین جست و درصد سلامت تنه بادام کوهی معنی دار شده است. به طوری که بیشترین قطر تاج پوشش در ارتفاع کمتر از ۱۶۰۰ متر و جهت شمالی و کمترین آن در ارتفاع بالاتر از ۲۰۰۰ متر و در جهت جنوبی مشاهده شده است. در خصوص سلامت تنه نیز بیشترین میزان آن در ارتفاع کمتر از ۱۶۰۰ متر و در کلیه جهات و کمترین آن در ارتفاع ۱۸۰۰-۲۰۰۰ متر و جهت شرقی مشاهده شد.

نتیجه ضریب همبستگی پیرسون نیز نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، از قطر تاج پوشش و میزان سلامت تنه درختچه‌ها کاسته می‌شود. نادری و همکاران (۱۳۹۷) نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا تمام مشخصات کمی درختان شامل قطر، ارتفاع کل، سطح مقطع و حجم در هکتار، کاهش پیدا می‌کند. از طرفی با افزایش ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت خاک کاهش پیدا کرده و این امر ارتباط مستقیمی با کاهش چرخه عناصر غذایی و در نتیجه کاهش حاصلخیزی خاک دارد (نادری و همکاران، ۱۳۹۷).

همچنین بیشترین قطر قطورترین جست در ارتفاع بالاتر از ۲۰۰۰ متر و در جهت غربی و کمترین آن در ارتفاع ۱۸۰۰-۲۰۰۰ متر و جهت شرقی مشاهده شد. از آنجایی که نتیجه آزمون همبستگی نشان داد که بین ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب هیچ گونه رابطه معنی داری وجود ندارد، از این رو می‌توان گفت که تأثیر جهت بر این خصوصیت بیشتر از ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. به طور کلی، نتایج حاصل از تحقیق حاضر مؤید فرضیه این تحقیق است که اثر ارتفاع بیشتر از جهت شیب بر روی خصوصیات رویشی و زایشی درختچه بادام کوهی تأثیرگذار است و رابطه معنی داری بین افزایش ارتفاع از سطح دریا و خصوصیات مذکور وجود دارد.

بادام کوهی به عنوان یک گونه بارز در بسیاری از مناطق اکولوژیک ایران گسترش داشته و شناخت عوامل توسعه دهنده و یا محدودکننده رشد این گیاه، اهمیت بسزایی دارد که باعث ایجاد بستر مناسب برای بقا، رشد، زادآوری و استمرار تولید این گونه می‌باشد. از جمله مهم‌ترین عوامل در موفقیت طرح‌ها و پروژه‌های احیای منابع طبیعی، شناخت ویژگی‌ها، نیازها و فرآیندهای رویشی گیاه و اثر متقابل آن با شرایط رویشگاه است. رشد گیاهان علاوه بر خصوصیات ژنتیکی به عوامل محیطی و رویشگاهی بستگی دارد که این عوامل محیطی مجموعه‌ای از خصوصیات خاک، پستی و بلندی، آب‌وهوا و دیگر نهادهای اکولوژیک هستند (توکلی‌نکو و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به استقرار این گونه در بسیاری از مناطق شهرستان نهبندان، شناسایی سایر عواملی که در رویش این گونه نقش داشته‌اند ضروری است تا بتوان در حفظ و توسعه رویشگاه‌های این گیاه دارویی-

خوراکی و مرتعی موفق بود و طرح‌های منابع طبیعی و احیای بیولوژیک عرصه‌های طبیعی را با آگاهی و اطمینان خاطر در مناطقی با شرایط بوم‌شناختی یکسان اجرا نمود. نظر به اهمیت اجرای پروژه‌های بیولوژیک در مبارزه با فرسایش آبی و نقشی که گونه بادام کوهی می‌تواند در حفاظت از خاک و اصلاح مراتع ایفا نماید توصیه می‌شود با توجه به اهمیت همخوانی نیازهای اکولوژیک و نیز شرایط رویشگاهی موجود در عرصه‌های مرتعی، از این گونه در طرح‌های احیایی و اصلاحی زیست‌بوم‌های مرتعی استفاده شود.

منابع

- احمدی، ح. ۱۳۸۶. ژئومورفولوژی کاربردی، فرسایش آبی. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۱۴ ص.
- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان جنوبی. ۱۳۸۹. گزارش طرح مدیریت پایدار کوه حوری.
- اداره کل هواشناسی خراسان جنوبی. ۱۳۹۶. آمار اقلیمی ایستگاه هواشناسی نهبندان.
- اردکانی، م. ر. ۱۳۹۷. اکولوژی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۰ ص.
- الوانی‌نژاد، س. ۱۳۷۸. بررسی عوامل مؤثر بر پراکنش گونه بادام کوهی در دو منطقه مختلف استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۴ ص.
- اولیایی، ح.، ادهمی، ا.، فرجی، ه.، فیاض، پ. ۱۳۸۹. آثار درخت بلوط ایرانی بر برخی خصوصیات خاک در منطقه جنگلی یاسوج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی-علوم آب‌و خاک، (۵۶): ۱۹۳-۲۰۶.
- ایران‌منش، ی.، جهان بازی گوجانی، ح. ۱۳۸۶. مقایسه جنگل‌کاری بادام کوهی در دو دامنه شمالی و جنوبی جنگل‌های تخریب یافته استان چهارمحال و بختیاری. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۱): ۱۹-۳۱.
- توکلی نکو، ح.، پورمیدانی، ع.، ادنانی، س. م.، ثاقب طالبی، خ. ۱۳۹۰. بررسی رویشگاهی بادامک (*Amygdalus scoparia*) در استان قم به منظور دستیابی به عوامل اصلی اکولوژیک در ظهور آن‌ها. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹ (۴): ۵۲۳-۵۴۲.
- جعفری، م.، رستم‌پور، م. ۱۳۹۸. روابط خاک و گیاه: اکولوژی، آمار و آنالیز (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران، ۴۸۶ ص.

جوزی، ع.، مرادی مجد، ن. ۱۳۹۲. ارزیابی شرایط رویشگاهی بادام کوهی *Amygdalus scoparia* در منطقه ابوالحسن دزفول به روش تصمیم‌گیری چند معیاره. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، ۵(۱۵): ۸۸-۱۰۲.

زارع مهرجردی، م.، قدوسی، ج.، نوروزی، ع.ا.، لطف‌الله زاده، د. ۱۳۸۶. بررسی رابطه بین پوشش گیاهی با خاک و شکل زمین در حوزه دق فینو بندرعباس. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۷۶: ۱۵۰-۱۴۴. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۸۴. دستورالعمل آماربرداری جنگل. دفتر جنگل‌های خارج شمال.

ساغری، م.، شاه‌رخی، ح.، رستم‌پور، م.، عشقی زاده، م. ۱۳۹۵. بررسی عوامل توپوگرافی مؤثر بر خصوصیات رشد و استقرار درختچه سماق در مراتع حوزه آبخیز شرق کشور (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کاخک در شهرستان گناباد). مجله حفاظت زیست‌بوم گیاهان، ۴ (۹): ۱۳۳-۱۵۰.

سالاریان، ع.، متاجی، ا.، ایران‌منش، ی. ۱۳۸۷. بررسی نیاز رویشگاهی گونه بادامک (*Amygdalus scoparia* spach) در جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی رویشگاه کره‌بس، استان چهارمحال و بختیاری). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۴): ۵۴۲-۵۲۸.

شجاعی، م.، کیانی، ب.، ستوده، ا.، عظیم‌زاده، ح.ر. ۱۳۹۴. بررسی رابطه برخی متغیرهای اولیه توپوگرافی با حضور، فراوانی، مشخصات کمی گونه‌ها و تیپ‌های گیاهی (مطالعه موردی: جنگل باغ شادی هرات، یزد). مجله بوم‌شناسی کاربردی، ۴ (۱۱): ۱-۱۴.

گودرزی، غ. ۱۳۸۷. طرح تحقیقاتی بررسی نیاز رویشگاهی بادامک در استان مرکزی. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۹۱ ص.

مصدیقی، م. ۱۳۸۴. بوم‌شناسی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۸۷ ص.

مقدم، م. ر. ۱۳۸۷. اکولوژی توصیفی و آماری پوشش گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۷۴ ص.

نادری ورنیدی، م.، کیالاشکی، ع.، ویسی، ر.، شیخ‌الاسلامی، ع. ۱۳۹۷. تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی درختان صنوبر دلتوئیدس. بوم‌شناسی جنگل‌های ایران (علمی-پژوهشی)، ۶ (۱۲): ۳۰-۳۸.

ولی‌پور، ا.، نمیرانیان، م.، غضنفری، ه.، حشمت‌الواعظین، م.، لکسر، م. ج.، پلینینگر، ت. ۱۳۹۲. ارتباط بین ویژگی‌های ساختاری جنگل و ابعاد درختان بلوط با عامل‌های فیزیوگرافی در جنگل‌های آرمرده، زاگرس شمالی. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۱): ۳۰-۴۷.

Barnes, B.V., Zak, D.R., Spurr, S. H. 1998. Forest Ecology. John Wiley and Sons Inc, New York.

- Bonham, C.D. 2013. Measurements for Terrestrial Vegetation. Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd. 260 p.
- Bravo – Oviedo, A., Sterba, H., del Rio, M., Bravo, F. 2006. Competition- induced Mortality for Mediterranean *Pinus pinaster* Ait. and *P. sylvestris* L. Journal of Forest Ecology and Management, 222: 88-98.
- Coomes, D.A., Allen, R.B. 2007. Effects of size, competition and altitude on tree growth. Journal of Ecology 95: 1084–1097
- Gale, J. 2004. Plants and Altitude — Revisited. Journal of Annals of Botany, 94(2): 199.
- Javidfar, A., Rouhi-Moghaddam, E., Ebrahimi, M. 2017. Some Ecological Conditions of *Amygdalus scoparia* Spach in Nehbandan, Eastern Iran. Journal of ECOPERSIA, 5(1): 1655-1667.
- Lyu, L., Deng, X., Zhang, Q.B. 2016. Elevation Pattern in Growth Coherency on the Southeastern Tibetan Plateau. PloS one, 11(9), e0163201. doi:10.1371/journal.pone.0163201