

## بررسی اثر ناهمگنی عرصه بر زادآوری جنسی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) با استفاده از شاخص‌های تنوع و ترکیب گونه‌های گیاهی

مهدی حیدری<sup>۱\*</sup>، جواد میرزایی<sup>۲</sup>، رضا امیدپور<sup>۳</sup>، مصطفی نادری<sup>۴</sup> و ته‌مینة عبدی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. پست الکترونیک: m.heidari@mail.ilam.ac.ir

<sup>۲</sup> استادیار، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

<sup>۵</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۰۶

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۲

### چکیده

بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های اکوسیستم جنگلی زاگرس است که زادآوری طبیعی آن به یک چالش تبدیل شده است. این مطالعه به منظور بررسی ترکیب و مؤلفه‌های تنوع گونه‌ای (آلفا، بتا و گاما) پوشش گیاهی در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف جنسی بلوط شمال شهرستان ایلام انجام شد. ده قطعه نمونه ۱۰۰ متر مربعی از هر کدام از حالت‌ها به صورت تصادفی انتخاب شد و در هر لکه چهار قطعه نمونه (۱×۱ متر) برای شمارش گونه‌های گیاهی پیاده شد. بر اساس آزمون مونت کارلو، در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف به ترتیب ۲۳ و ۱۳ گونه شاخص (به ترتیب از بین ۱۰۹ و ۵۸ گونه) مشخص شد. بر اساس تحلیل تطبیقی قوس‌گیری شده (DCA)، دو لکه مورد بررسی از نظر ترکیب پوشش گیاهی متفاوت بودند. تروفیت‌ها و همی‌کریپتوفیت‌ها شکل زیستی غالب در هر دو لکه بودند. در هر دو لکه، مؤلفه‌های مختلف تنوع گونه‌ای در لکه‌های دارای زادآوری به طور معنی‌داری بیشتر از مقادیر آنها در لکه‌های با زادآوری ضعیف بود. در هر دو گروه لکه، تنوع درون واحدهای نمونه (آلفا) در مقایسه با تنوع بین واحدهای نمونه (بتا) دارای سهم بیشتری از تنوع کل (گاما) بود. به طور کلی می‌توان بیان کرد که ترکیب و تنوع گونه‌های گیاهی می‌توانند به عنوان شاخص‌های زیستی مناسبی برای پایش ناهمگنی عرصه در لکه‌های زادآوری بلوط ایرانی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، دانه‌زاد، زاگرس، گونه‌های شاخص.

### مقدمه

اکولوژیک، زادآوری طبیعی آنها در بسیاری از نقاط دنیا و از جمله در زاگرس حتی با وجود درختان مادری بذرده، یک چالش است (Abdi, 2015). اختلال در عرصه‌های طبیعی جنگلی و مرتعی باعث تغییر ترکیب پوشش گیاهی و

گونه‌های مختلف جنس بلوط یکی از مهم‌ترین اجزای اکوسیستم‌های جنگلی مدیترانه و معتدله هستند (Leonardsson et al., 2015) و با وجود نقش برجسته

سودمند است. Borchard و همکاران (۲۰۱۴) کارایی سوسک و عنکبوت را به‌عنوان شاخص‌های زیستی در ارزیابی احیای جنگل‌های قدیمی نوئل تأیید کردند. Erfanzadeh و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که مؤلفه‌های تنوع گونه‌ای در مقیاس‌های مختلف تحت تأثیر مدیریت حفاظتی قرق، چرای دام و اقلیم قرار می‌گیرند. Heydari و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که ترکیب و تنوع گونه‌های گیاهی شاخص و نیز برخی ویژگی‌های زیستی خاک، ناهمگنی عرصه‌ای ناشی از آتش‌سوزی در جنگل‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) را منعکس می‌کنند. در پژوهش پیش‌رو کارایی ترکیب گونه‌های گیاهی و تنوع افزایشی در پایش شرایط اکولوژیک لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف بلوط ایرانی در جنگل‌های شمال شهرستان ایلام بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

این مطالعه در جنگل‌های دانه و شاخه‌زاد بلوط ایرانی در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان ایلام با طول جغرافیایی  $۴۶^{\circ} ۲۲' ۱۵''$  تا  $۴۶^{\circ} ۲۷' ۲۵''$  شرقی و عرض جغرافیایی  $۳۳^{\circ} ۰۱' ۴۱''$  تا  $۳۳^{\circ} ۱۳' ۴۳''$  شمالی انجام شد. اقلیم منطقه نیمه‌خشک و سرد، متوسط بارندگی سالانه ۶۲۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه  $۱۷/۱۲$  درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این منطقه جنگلی در گذشته به‌دلیل برداشت هیزم، چرای دام و تفرج تخریب شده است و به‌ویژه در دهه اخیر با استقرار قرقبان، مسدود کردن مسیرهای ورودی اصلی و نصب سیم خاردار در برخی قسمت‌ها توسط اداره کل منابع طبیعی ایلام حفاظت شده است. میانگین تعداد پایه در هکتار، قطر برابر سینه (سانتی‌متر) و درصد تاج‌پوشش اشکوب فوقانی این عرصه به‌ترتیب ۹۱، ۳۳ و ۲۱ می‌باشد (Abdi, 2015).

#### روش پژوهش

ابتدا در شرایط فیزیوگرافی یکسان، ۳۰ لکه ۱۰۰ متر مربعی دارای زادآوری بلوط ایرانی (بیشتر از سه نهال) و ۳۰

خدمات اکوسیستم می‌شود (Beguin et al., 2011). پوشش گیاهی هر رویشگاه به‌عنوان برآیندی از شرایط اکولوژیک و عامل‌های محیط زیستی حاکم بر آن محسوب می‌شود (Kashina et al., 2003). توسعه روش‌های مبتنی بر مدیریت پایدار جنگل به‌شدت به درک عمیق روابط موجود بین روش‌های مدیریتی، پوشش گیاهی و عامل‌های محیطی وابسته است (Durak, 2012). برخی از ویژگی‌ها به‌عنوان ویژگی‌های زودیاقت و کم‌هزینه برای ارزیابی رویشگاه مطرح هستند. ترکیب و حضور و عدم حضور گونه‌های شاخص در برخی اکوسیستم‌ها کارایی مناسبی در بیان شرایط رویشگاهی نشان داده‌اند (Heydari et al., 2014).

آینده توده‌های جنگلی بر اساس تجدید حیات جنسی با توجه به توانایی درخت در تولید مقدار کافی بذر، توانایی جوانه‌زنی بذرها و شرایط رویشگاهی و در نهایت، رویش و بقای نونهال‌ها متفاوت است (Li & Ma, 2001). مدیریت و احیای زادآوری بلوط به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم ناحیه رویشی زاگرس نیازمند بررسی همه‌جانبه و کامل ویژگی‌های آن در رابطه با عامل‌های رویشگاهی است. تعیین شاخص‌های زودیاقتی که با صرف هزینه و زمان کم نشان‌دهنده تغییر شرایط رویشگاهی از جمله شرایط استقرار بهینه زادآوری باشند، می‌تواند اقدامی اساسی در مدیریت عرصه‌های جنگلی باشد. شاخص‌های تنوع زیستی مکانی (آلفا، بتا و گاما) بر اساس رابطه تقسیم‌بندی افزایشی (Additive partitioning) ارائه شده توسط Crist و همکاران (۲۰۰۳) اندازه‌گیری می‌شوند. یکی از روش‌هایی که به پژوهشگران اجازه می‌دهد تا تنوع را در مقیاس‌های مختلف (سلسله‌مراتبی)، تجزیه و تحلیل کنند، روش تقسیم‌بندی تنوع است. این روش به‌صورت کلی دارای دو حالت افزایشی (Additive) و ضربی (Multiplicative) است (Veech & Crist, 2010). درک الگوی پراکنش تنوع گونه‌ای در طول گرادیان‌های محیطی برای توسعه راهبردهای حفاظتی و احیایی عرصه‌های طبیعی بسیار مهم است (Zhang et al., 2014). استفاده از شاخص‌های زیستی مختلف برای پایش شرایط اکوسیستم‌های مختلف بسیار

لکه با زادآوری ضعیف (کمتر از دو نهال) تعیین شد (Heydari et al., 2011). به منظور رعایت اصل تصادفی، ۱۰ لکه از هر کدام از حالت‌های فوق به صورت تصادفی انتخاب شد. ارتفاع کمتر از ۱/۵ متر به عنوان مرز تعیین زادآوری در نظر گرفته شد (Mirzaei et al., 2007). برای بررسی پوشش گیاهی، در هر لکه چهار قطعه نمونه یک متر مربعی به صورت تصادفی پیاده شد. بنابراین، در مجموع ۸۰ قطعه نمونه یک متر مربعی پیاده شد. در این قطعات تعداد گونه‌های علفی (قطع یا کندن گونه برای جلوگیری از خطای شمارش مجدد) ثبت شد (Pourbabaei et al., 2010).

همچنین به منظور بررسی ترکیب پوشش گیاهی، درصد پوشش گونه‌های گیاهی ثبت شد. گونه‌های گیاهی بر اساس نمونه‌های موجود در هر باربیوم دانشگاه ایلام و منابع موجود شناسایی شدند (Mozaffarian, 2008). شکل زیستی گونه‌های گیاهی طبق روش رانکایر (۱۹۳۴) تعیین شد. تحلیل آماری داده‌ها

گونه‌های شاخص گیاهی هر کدام از لکه‌ها بر مبنای مدل مقادیر شاخص (Indicator Value Model) یا IVM که توسط Dufrene و Legender در سال ۱۹۹۷ توسعه یافته است (بر اساس رابطه‌های ۱، ۲ و ۳) تعیین شد (McCune & Mefford, 1999).

$$RA_{jk} = \frac{\sum_{k=1}^n A_{jk}}{\sum_{k=1}^n A_k} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$RF_{jk} = \frac{F_{jk}}{n_k} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$IV_{JK} = RA_{JK} \times RF_{JK} \times 100 \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن‌ها:  $IV_{JK}$  ارزش شاخص گونه J در گروه K؛

در این رابطه:  $\gamma$  تنوع کل در هر منطقه،  $\alpha_1$  میانگین تعداد گونه در هر پلات،  $\beta_1$  میانگین تعداد گونه‌های غیرمشترک در قطعه نمونه و یک سطح بالاتر ( $\beta_1 = \gamma - \alpha_1$ ) است. برای ورود اطلاعات از نرم‌افزار Excel و برای انجام تجزیه و تحلیل‌های چندمتغیره و تعیین ترکیب گیاهی از نرم‌افزار CANACO نسخه ۴/۵ استفاده شد. همچنین برای انجام تحلیل‌های مربوط به تقسیم‌بندی افزایشی از نرم‌افزار Partition نسخه ۳ استفاده شد. پس از محاسبه مقادیر مؤلفه‌های تنوع (آلفا، بتا و گاما)، وجود اختلاف معنی‌دار در آنها با استفاده از آزمون t مستقل در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

## نتایج

### مقایسه زادآوری لکه‌ها

نتایج آزمون t نشان داد که بین تعداد زادآوری لکه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $p < 0.01$ )، به طوری که میانگین تعداد زادآوری در لکه‌های دارای زادآوری بیشتر از لکه‌های با زادآوری ضعیف بود (جدول ۱). همچنین درصد تاج پوشش اشکوب فوقانی در لکه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه تعداد زادآوری و تاج پوشش اشکوب فوقانی در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف

| لکه           | تعداد زادآوری                | تاج پوشش اشکوب فوقانی      |
|---------------|------------------------------|----------------------------|
|               | میانگین $\pm$ اشتباه معیار   | میانگین $\pm$ اشتباه معیار |
| دارای زادآوری | ۴ <sup>a</sup> $\pm$ ۰/۱۴    | ۳۸ <sup>a</sup> $\pm$ ۱/۹  |
| بدون زادآوری  | ۱/۲۶ <sup>b</sup> $\pm$ ۰/۰۸ | ۱۱ <sup>b</sup> $\pm$ ۱/۱  |
| معنی‌داری     | ۰/۰۰۱**                      | ۰/۰۰۱**                    |

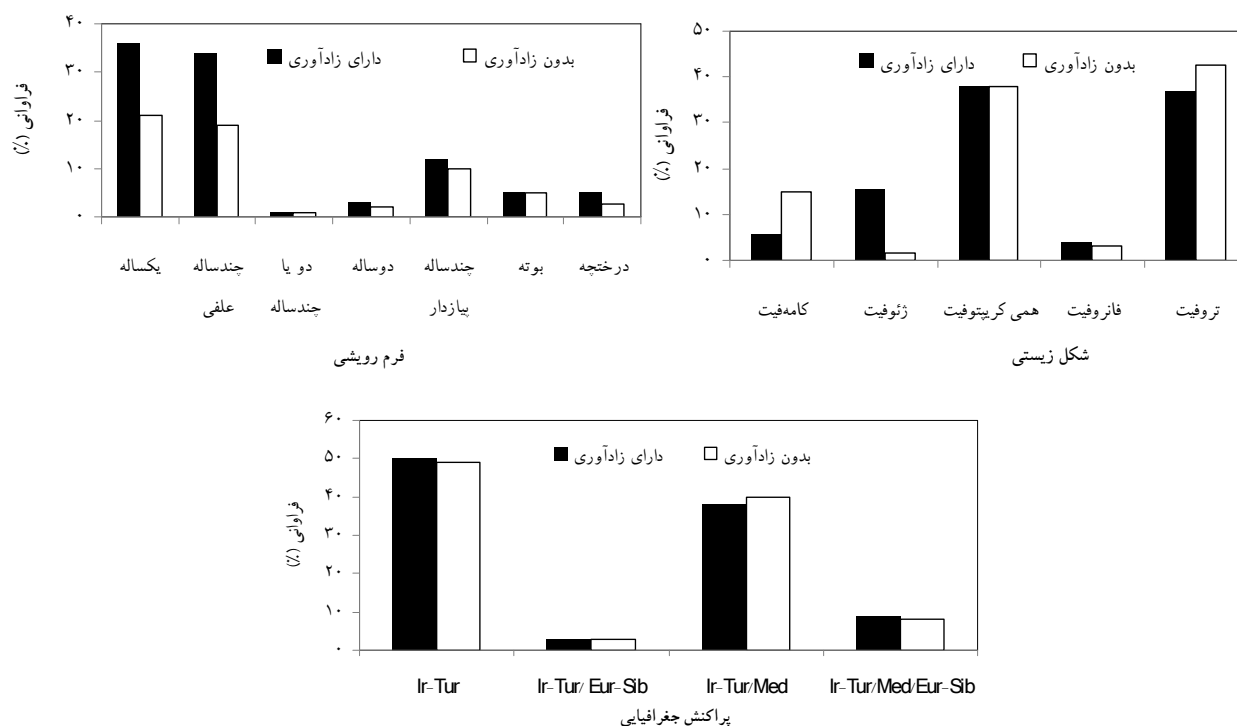
\*\*معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

## ترکیب فلورستیک در لکه‌های دارای زادآوری و بدون زادآوری

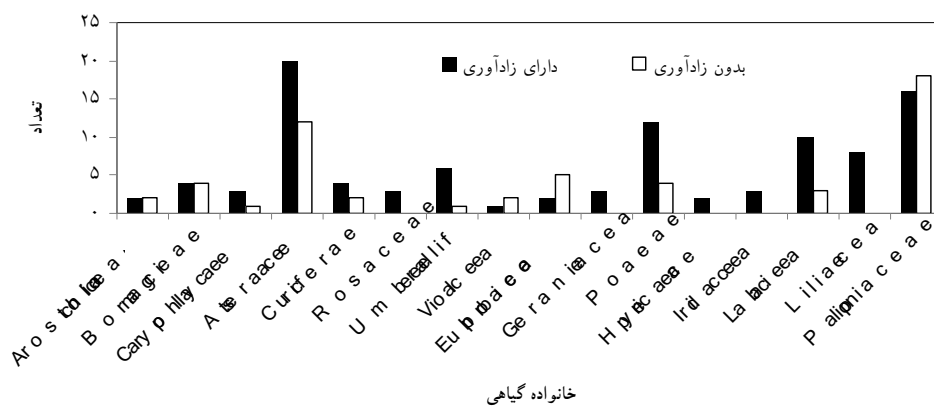
بر اساس نتایج، در منطقه مورد مطالعه ۱۱۸ گونه وجود داشت. در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف به ترتیب ۱۰۹ و ۵۸ گونه علفی وجود داشت که از این تعداد ۴۹ گونه در دو منطقه مشترک بود. تعداد گونه‌های انحصاری در لکه دارای زادآوری (۶۰ گونه) بیشتر از لکه با زادآوری ضعیف (۹ گونه) بود. مهم‌ترین جنس‌های گیاهی از نظر تعداد گونه در لکه‌های دارای زادآوری *Astragalus* با شش گونه و *Bromus* با سه گونه و در لکه با زادآوری ضعیف *Astragalus* با شش گونه، *Euphorbia* با پنج گونه و *Bromus* با سه گونه بودند. از نظر شکل زیستی، در لکه‌های دارای زادآوری همی‌کریپتوفیت‌ها با ۴۲ گونه (۳۷/۸ درصد)، تروفیت‌ها با ۴۰ گونه (۳۶ درصد)، ژئوفیت‌ها با ۱۷ گونه (۱۵/۳ درصد)، کامه‌فیت‌ها با هفت گونه (۶/۳ درصد) و فانروفیت‌ها با پنج گونه (۴/۵ درصد) و در لکه‌های با زادآوری ضعیف، تروفیت‌ها با ۲۴ گونه (۴۲/۸ درصد)، همی‌کریپتوفیت‌ها با ۲۱ گونه (۳۷/۵ درصد)، کامه‌فیت‌ها با هشت گونه (۱۴/۳ درصد)، فانروفیت‌ها با دو گونه (۳/۵ درصد) و ژئوفیت‌ها با یک گونه (۱/۷۸ درصد) فلور منطقه را تشکیل می‌دادند (شکل ۱). فراوانی فرم رویشی علفی یکساله در لکه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف به ترتیب ۳۵/۱۳ و ۲۱/۶۲ درصد و چندساله نیز به ترتیب

۳۳/۳۳ و ۱۸/۱۱ درصد بود که این دو فرم به‌طور کلی بیشترین فراوانی را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۱). نتایج بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی در دو لکه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف نشان داد که عناصر ایرانو-تورانی در هر دو لکه به ترتیب با ۵۱/۳ درصد و ۵۰ درصد بیشترین حضور را داشتند. بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی در دو لکه نشان داد که ۳۶/۹ درصد از گونه‌های بررسی شده در لکه دارای زادآوری متعلق به ناحیه رویشی ایرانو-تورانی-مدیترانه‌ای و ۴۰/۷ درصد از گونه‌ها در لکه با زادآوری ضعیف متعلق به ناحیه رویشی ایرانو-تورانی-مدیترانه‌ای بودند (شکل ۱).

در لکه دارای زادآوری، تعداد گونه‌های متعلق به خانواده‌های Asteraceae، Papilionaceae و Poaceae به ترتیب ۲۰، ۱۶ و ۱۲ و در لکه با زادآوری ضعیف، تعداد گونه‌های خانواده‌های Asteraceae، Papilionaceae و Poaceae به ترتیب ۱۲، هشت و چهار بود (شکل ۲). خانواده‌هایی که در هر دو منطقه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف دارای یک گونه بودند (Amaryllidaceae، Ranunculaceae، Primulaceae، Plumbaginaceae، Rubiaceae، Scrophulariaceae، Thymelaeaceae، Fagaceae و Linaceae و Orchidaceae)، در نمودار ترسیم نشدند.



شکل ۱- فراوانی شکل زیستی، فرم رویشی و پراکنش جغرافیایی گونه‌های گیاهی در دو لکه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف (Ir-Tur: ایران-تورانی، Eur-Sib: اروپا-سیبری و Med: مدیترانه‌ای)

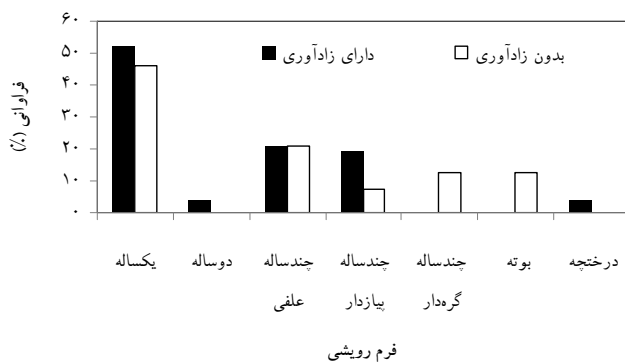


شکل ۲- تعداد گونه در هر خانواده در دو لکه دارای زادآوری و بدون زادآوری

بر اساس آزمون مونت کارلو معنی دار شد ( $p < 0.05$ ). در لکه‌های دارای زادآوری بلوط ایرانی گونه‌هایی مانند *Chaerophyllum*, *Centaurea depressa* M. B., *Crocus haussknechtii* Boiss., *macropodum* Boiss., *Heteranthelium piliferum*, *Geranium lucidum* L., *Medicago polymorpha*, (Banks & Soland.) Hochst.

تحلیل گونه‌های شاخص گیاهی در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف بر اساس تحلیل کل گونه‌های گیاهی منطقه که در تجزیه و تحلیل‌های طبقه‌بندی مورد بررسی قرار گرفتند، مقادیر شاخص ۳۹ گونه (۲۶ گونه در لکه‌های دارای زادآوری و ۱۳ گونه در لکه‌های بدون زادآوری) به‌عنوان گونه شاخص

نسبت به لکه‌های با زادآوری ضعیف (۷/۷) افزایش نشان دادند. کامه‌فیت‌ها فقط در لکه‌های با زادآوری ضعیف دیده شدند (شکل ۳). از نظر فرم رویشی، یکساله‌ها در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف به ترتیب با ۵۲/۲ و ۴۶/۲ درصد غالب‌ترین فرم رویشی بودند. پس از یکساله‌ها، چندساله‌های علفی در هر دو لکه هر کدام با ۲۱ درصد غالب بودند. چندساله‌های پیازدار در لکه‌های دارای زادآوری (۱۹/۲ درصد) نسبت به لکه‌های با زادآوری ضعیف (۷/۶) بیشتر بودند. چندساله‌های گره‌دار (۱۲ درصد) و بوته‌ها (۱۲ درصد) فقط در لکه‌های با زادآوری ضعیف دیده شدند. در بین گونه‌های شاخص، درختچه‌ای و دوساله‌ها (هر کدام با ۳/۸ درصد) فقط در لکه‌های دارای زادآوری دیده شدند (شکل ۳).



L. و *Trifolium purpureum* Loisel. و در لکه‌های با زادآوری ضعیف گونه‌هایی نظیر *Boissiera squarrosa* Nevski (Banks & Soland.), *Carduus arabicus* Jacq., *Cirsium congestum* Fisch. & C. A. ex Murray, *Cirsium spectabile* DC. Mey. ex DC., *Coronilla scorpioides* (L.) W. D. J. Koch, *Euphorbia denticulata* L. و *Euphorbia aleppica* L. به‌عنوان گونه‌های شاخص مشخص شدند.

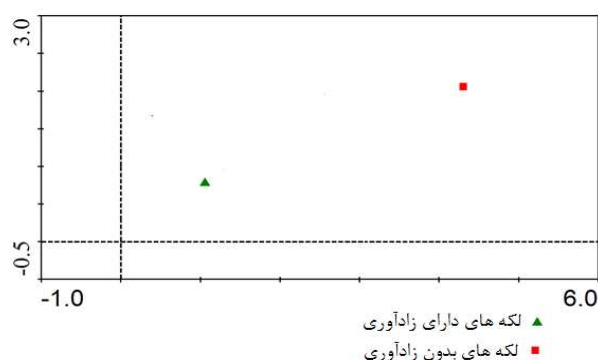
بررسی گونه‌های شاخص نشان داد که از نظر شکل زیستی در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف، تروفیت‌ها به ترتیب با ۵۳/۸ و ۴۶/۲ درصد و پس از آن همی‌کریپتوفیت‌ها به ترتیب با ۲۳ و ۲۲ شکل زیستی غالب بودند. ژئوفیت‌ها در لکه‌های دارای زادآوری (۱۹/۲ درصد)



شکل ۳- فراوانی شکل زیستی و فرم رویشی گونه‌های شاخص در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف

کردند. نتایج این روش رج‌بندی با توجه به هدف تحقیق، به‌صورت نمایش مرکز ثقل قطعات نمونه ارائه شد (شکل ۴). همان‌طور که در شکل ۴ مشخص است، دو لکه مورد نظر دارای تفاوت آشکاری از نظر ترکیب پوشش گیاهی بودند. به‌عبارت دیگر، ترکیب گونه‌های شاخص به‌طور غیرمستقیم پتانسیل بیان تفاوت لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف بلوط را داشت.

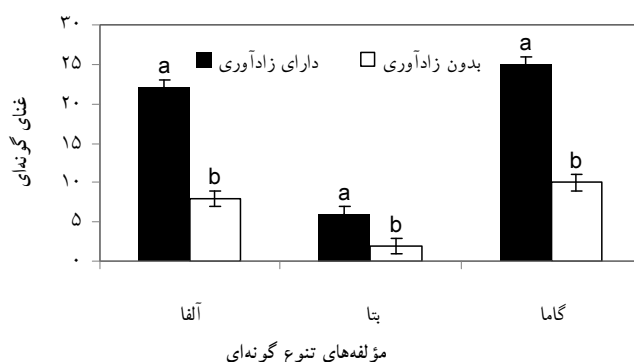
ترکیب پوشش گیاهی بر اساس گونه‌های شاخص با استفاده از تجزیه و تحلیل تطبیقی غیرجهت‌دار در لکه‌ها در این تجزیه و تحلیل فقط از داده‌های پوشش تاجی گونه‌های شاخص به‌منظور تعیین گرادیان اصلی پوشش گیاهی استفاده شد. محور اول و دوم DCA با مقادیر ویژه ۰/۳۹ و ۰/۸۱ به ترتیب ۹/۱ و ۵/۱ درصد از کل تغییرات ترکیب فلورستیکی گونه‌های شاخص دو گروه را توجیه



شکل ۴- رسته‌بندی DCA مرکز ثقل قطعات نمونه گروه‌های تشکیل شده بر اساس ترکیب پوشش گیاهی گونه‌های شاخص

(آلفا) در مقایسه با تنوع بین واحدهای نمونه (بتا) سهم بیشتری از تنوع کل را در هر دو منطقه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف دارا بود (شکل ۸).

هر سه مؤلفه تنوع آلفا، بتا و گاما با مقادیر به ترتیب ۲۲، ۶ و ۲۵ در لکه‌های دارای زادآوری به‌طور معنی‌داری از مقدار مشابه در منطقه با زادآوری ضعیف بیشتر بود. همچنین، نتایج نشان داد که تنوع درون واحدهای نمونه



شکل ۸- مقایسه مؤلفه‌های تنوع زیستی آلفا، بتا و گاما در دو منطقه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف

پراکنش زادآوری گونه‌های درختی دارد. بررسی شکل زیستی کل گونه‌ها و نیز گونه‌های شاخص نشان داد که در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف، تروفیت‌ها و همی‌کریپتوفیت‌ها بیشترین فراوانی را داشتند. در مطالعات دیگر نیز در ناحیه رویشی زاگرس، همی‌کریپتوفیت‌ها و تروفیت‌ها به‌عنوان مهم‌ترین شکل زیستی معرفی شده‌اند (Dolatkhahi *et al.*, 2011). غالب بودن این دو شکل زیستی با اقلیم مدیترانه‌ای انطباق دارد (Mobin, 1980-1996). در پژوهش پیش‌رو، درصد تروفیت‌ها در لکه‌های با زادآوری ضعیف نسبت به لکه‌های دارای زادآوری (۴۲/۸)

## بحث

کاهش سطح و ناهمگنی جنگل‌های دنیا در اثر عامل‌های مختلف تخریبی پژوهشگران را به یافتن شاخص‌های زیستی مناسب برای پایش تغییرات این عرصه‌ها ترغیب کرده است (Moora *et al.*, 2014). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد نهال بلوط ایرانی داشتند که می‌تواند به‌دلیل ناهمگنی شرایط این لکه‌ها باشد. Corrià-Ainslie و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که ناهمگنی شرایط رویشگاه اثر قابل توجهی بر استقرار و

شیمیایی خاص باعث غیرخوشخوراک بودن آنها می‌شود (Kronberg *et al.*, 1995). قابلیت جوانه‌زنی زیاد و تولید بذر فراوان و قوی، تحمل گونه‌های این جنس را در مقابل فشار ناشی از اختلال رویشگاه بالا می‌برد (Messersmith *et al.*, 1985). در لکه‌های با زادآوری ضعیف گونه‌هایی نظیر *Boissiera squarrosa* (Banks & Soland.) Nevski, *Carduus arabicus* Jacq. ex Murray, *Cirsium congestum* Fisch. & C. A. Mey. ex DC., *Coronilla scorpioides* (L.) *Cirsium spectabile* DC., *Euphorbia aleppica* L., W. D. J. Koch, *Gundelia tournefortii* L. و *denticulata* Lam. گونه شاخص معرفی شدند. این گونه‌ها در مطالعه Mirdavoodi و همکاران (۲۰۱۳) نیز به‌عنوان گونه‌های مهاجم و بیانگر شرایط اختلال در زاگرس معرفی شدند.

بررسی سهم فرم‌های رویشی بر اساس کل گونه‌ها و نیز گونه‌های شاخص بیانگر این بود که در لکه‌های دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف، علفی‌های یکساله و سپس علفی‌های چندساله غالب بودند، با این تفاوت که در لکه‌های دارای زادآوری، درصد یکساله‌ها و چندساله‌ها خیلی نزدیک بود، اما در لکه‌های با زادآوری ضعیف، درصد چندساله‌ها کمتر و به‌طور تقریب نصف یکساله‌ها بود. Gao و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که بهبود شرایط رویشگاهی و به‌ویژه خاک باعث افزایش زی‌توده گیاهی و افزایش گونه‌های علفی چندساله می‌شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. در زاگرس مرکزی (فریدونشهر) نیز به افزایش گونه‌های خوشخوراک چندساله به‌عنوان گونه‌های مراحل بالاتر توالی پس از قرق درازمدت آزمایشی اشاره شده است (Bassiri & Irvani, 2009). یکی از مهم‌ترین دلایل زیاد بودن درصد پوشش علفی یکساله در هر دو لکه، فراوانی تولید بذر ریز با قابلیت انتشار زیاد و نیز خطر کمتر بذرخواری در این گونه‌ها است (Diaz *et al.*, 2007) که حتی در لکه‌های با زادآوری ضعیف نیز ضامن حضور زیاد این گونه‌ها بوده است.

دو لکه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف از نظر

در مقابل ۳۶ درصد) افزایش نشان داد. باز شدن تاج‌پوشش اشکوب فوقانی در لکه‌های با زادآوری ضعیف تغییرات عمده‌ای در شرایط کف جنگل و رطوبت خاک ایجاد می‌کند. در چنین شرایطی تروفیت‌ها توان سازگاری بیشتری به‌ویژه نسبت به کمبود رطوبت دارند (Ghollassi Mood *et al.*, 2007). یکی از دلایل افزایش درصد تروفیت‌ها در لکه‌های با زادآوری ضعیف می‌تواند مربوط به همین مسئله باشد. Pourrezaei و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی فلوربستیکی و جغرافیای گیاهی حوضه آبخیز تنگ بن بهمان، بیان کردند که تروفیت‌ها فصل نامساعد برای رشد را با سازوکار گریز از خشکی از راه خواب بذر پشت سر می‌گذارند و پس از مهیا شدن شرایط رشد، شروع به جوانه‌زنی و رشد می‌کنند. گیاهان ژئوفیت نیز در دو لکه دارای زادآوری و با زادآوری ضعیف به‌ترتیب با ۱۵/۳ درصد و ۱/۸ درصد کمترین عناصر گیاهان منطقه را تشکیل می‌دادند. بررسی‌ها نشان داده است که این گیاهان به اختلال رویشگاه مقاوم بوده، اما ذخایر زیرزمینی‌شان بر اثر تداوم اختلال کاهش می‌یابد (Roques *et al.*, 2001). بنابراین، در پژوهش پیش‌رو نیز در لکه‌های با زادآوری ضعیف که نتیجه اختلالات گذشته عرصه است، درصد آنها کمتر بود.

خانواده Asteraceae در هر دو گروه لکه، غالب‌ترین خانواده بود. این خانواده به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و غالب‌ترین خانواده‌های گیاهی در زاگرس معرفی شده است (Pourbabaei & Zandi Navgran, 2011). دلیل حضور زیاد گونه‌های گیاهی متعلق به این خانواده، دامنه بردباری زیاد گونه‌های این خانواده نسبت به شرایط اکولوژیکی نامساعد بیان شده است (Davis, 1965-1988). بنابراین، زیاد بودن تعداد گونه‌های این خانواده در لکه‌های با زادآوری ضعیف می‌تواند به این دلیل باشد. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که جنس *Euphorbia* و گونه‌های آن در لکه‌های با زادآوری ضعیف فراوانی بیشتری داشتند. گونه‌های این جنس به‌عنوان گونه‌های سمی و مهاجم تلقی می‌شوند (Dunn, 1979) که مکانیسم‌های کارآمدی برای مقابله با شرایط استرس دارند. همچنین وجود ترکیبات



نسبت به تنوع بتا سهم بیشتری از تنوع کل را به خود اختصاص داد که نشان‌دهنده اهمیت بیشتر تنوع درون واحد نمونه است. Chandy و همکاران (۲۰۰۶) به نتیجه‌ای مخالف با نتیجه پژوهش پیش‌رو دست یافتند. این پژوهشگران نشان دادند که بیشترین تنوع مربوط به مؤلفه تنوع بین قطعات نمونه (بتا ۱) می‌باشد. بر این اساس می‌توان اظهار داشت که بیشترین مقدار از تنوع هر منطقه مربوط به تنوع بین واحدهای نمونه (تنوع بتا) نیست. بر اساس نتایج پژوهش پیش‌رو می‌توان بیان کرد که ترکیب و تنوع گونه‌های گیاهی می‌تواند به‌عنوان شاخص‌های زیستی مناسبی در ارزیابی ناهمگنی عرصه در لکه‌های زادآوری بلوط ایرانی مورد استفاده قرار گیرند.

## References

- Abdi, T., 2015. An investigation of environmental factors affecting the establishment of seed-origin oak regeneration (*Quercus brantii*) in Zagros forests (Case study: Dalab region, Ilam city). M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, 92p (In Persian).
- Bassiri, M. and Irvani, M., 2009. Changes in vegetation after 19 years of experimental enclosure in the central Zagros region. *Journal of Rangeland*, 3(2): 155-170 (In Persian).
- Beguin, J., Pothier, D. and Côté, S.D., 2011. Deer browsing and soil disturbance induce cascading effects on plant communities: a multilevel path analysis. *Ecological Applications*, 21(2): 439-451.
- Borchard, F., Buchholz, S., Helbing, F. and Fartmann, T., 2014. Carabid beetles and spiders as bioindicators for the evaluation of montane heathland restoration on former spruce forests. *Biological Conservation*, 178: 185-192.
- Chandy, S., Gibson, D.J. and Robertson, P.A., 2006. Additive partitioning of diversity across hierarchical spatial scales in a forested landscape. *Journal of Applied Ecology*, 43: 792-801.
- Corrià-Ainslie, R., Camarero, J.J. and Toledo, M., 2015. Environmental heterogeneity and dispersal processes influence post-logging seedling establishment in a Chiquitano dry tropical forest. *Forest Ecology and*

ترکیب پوشش گیاهی متفاوت بودند. به‌نظر می‌رسد که ناهمگنی موجود در عرصه مورد مطالعه (از قبیل شرایط خاک، نور و ساختار) در اثر تخریب‌های گذشته بر زادآوری جنسی بلوط ایرانی مؤثر بوده و این تأثیر به‌خوبی در ترکیب و تنوع پوشش گیاهی منعکس شده است. Eshaghi Rad و همکاران (۲۰۱۱) و Heydari و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعاتی با اهداف مختلف در زاگرس نشان دادند که تخریب‌های انسانی مانند تفرج و چرای دام باعث ایجاد ناهمگنی در شرایط عرصه از جمله ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند و در این راستا ترکیب پوشش گیاهی می‌تواند بیانگر این تفاوت‌ها باشد.

تقسیم‌بندی تنوع گونه‌ای کل به مؤلفه‌های افزایشی در درون جامعه (تنوع آلفا) و بین جوامع (تنوع بتا) یک چارچوب مفهومی فراهم می‌کند که با آن می‌توان تنوع را در سطوح مختلف اندازه‌گیری کرد (Chandy et al., 2006). نتایج این پژوهش نشان داد که تنوع درون لکه‌های دارای زادآوری (تنوع آلفا) به‌طور معنی‌داری از میزان مشابه آن در لکه‌های با زادآوری ضعیف بیشتر بود. با توجه به اینکه شاخص تنوع آلفا برابر با میانگین تعداد گونه‌ها در درون واحد نمونه در هر سطح است، بنابراین افزایش مقدار این شاخص نشان‌دهنده افزایش تعداد گونه‌ها می‌باشد. بین لکه‌ها از نظر تنوع بتا تفاوت معنی‌داری وجود داشت. این شاخص تنوع در لکه‌های دارای زادآوری بیشتر از لکه‌های بدون زادآوری بود. این مسئله نشان‌دهنده شرایط متنوع‌تر بین لکه‌های دارای زادآوری بود. به‌طور کلی، تنوع آلفا در هر دو لکه بیشتر از تنوع بتا بود. به‌عبارتی در هر دو حالت مورد مطالعه، شاخص تنوع آلفا سهم بیشتری از تنوع کل داشت. شاخص تنوع بتا رابطه مستقیمی با ناهمگنی (هتروژنتی) دارد (Loreau, 2000). بنابراین، به‌نظر می‌رسد بین لکه‌ها شرایط محیطی همگن‌تری نسبت به درون لکه‌ها وجود داشت و این شرایط باعث کاهش تنوع بتا شده بود. Crist و همکاران (۲۰۰۳) و Loreau (۲۰۰۰) نیز بیان کرده‌اند که با افزایش یکنواختی محیط، مقدار تنوع آلفا افزایش و تنوع بتا به‌شدت کاهش می‌یابد. همچنین تنوع آلفا

- oak woodland. *Ecological Engineering*, 94: 688-697.
- Heydari, M., Pourbabaei, H. and Atar Roushan, S., 2011. Natural regeneration of Persian oak (*Quercus brantii*) between ecological species group in Kurdo-Zagros region. *Iranian Journal of Biology*, 24(4): 578-591 (In Persian).
  - Heydari, M., Pourbabaei, H., Esmailzadeh, O., Salehi, A. and Eshaghi Rad, J., 2014. Indicator plant species in monitoring forest soil conditions using logistic regression model in Zagros oak (*Quercus brantii* var. *persica*) forest ecosystems, Ilam city. *Iranian Journal of Biology*, 27(5): 811-828 (In Persian).
  - Kashina, D.M., Barnes, B.V. and Walker, W.S., 2003. Ecological species groups of landform-level ecosystems dominated by Jack pine in northern lower Michigan, USA. *Plant Ecology*, 166: 75-91.
  - Kronberg, S.L., Lynch, W.C., Cheney, C.D. and Walker, J.W., 1995. Potential aversive compounds in leafy spurge for ruminants and rats. *Journal of Chemical Ecology*, 21:1387-1399.
  - Leonardsson, J., Lof, M. and Gotmark, F., 2015. Exclosures can favour natural regeneration of oak after conservation-oriented thinning in mixed forests in Sweden: A 10-year study. *Forest Ecology and Management*, 354: 1-9.
  - Li, Q. and Ma, K., 2001. Factors effecting establishment of *Quercus liaotungensis* Koidz, under mature mixed oak forest overstory and in shrubland. *Forest Ecology and Management*, 176: 133-146.
  - Loreau, M., 2000. Are communities saturated? On the relationship between  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  diversity. *Ecology Letters*, 3(2): 73-76.
  - McCune, B. and Mefford, M.J., 1999. PC-ORD, Multivariate analysis of ecological data, Version 4, MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon, USA, 237p.
  - Messersmith, C.G., Lym, R.G. and Galitz, D.S., 1985. Biology of leafy spurge: 42-56. In: Watson, A.K. (Ed.). *Leafy Spurge*, Monograph Series. Champaign, IL, Weed Science Society of America, 3: 42-56.
  - Mirdavoodi, H.R., Marvie Mohajer, M.R., Zahedi Amiri, Gh. and Etemad, V., 2013. Disturbance effects on plant diversity and invasive species in western oak communities of Iran (Case study: Dalab forest, Ilam). *Iranian Journal of Management*, 349: 122-133.
  - Crist, T.O., Veech, J.A., Gering, J.C. and Summerville, K.S., 2003. Partitioning species diversity across landscape and regions: a hierarchical analysis of  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  diversity. *The American Naturalist*, 162: 734-743.
  - Davis, P.H., 1965-1988. *Flora of Turkey*, Vols. 1-10. University of Edinburgh Press, Edinburgh.
  - Diaz, S., Lavorel, S., McIntyre, S., Falczuk, V., Casanoves, F., Milchunas, D.G., Skarpe, C., Rusch, G., Sternberg, M., Noy-Meir, I., Landsberg, J., Zhang, W., Clark, H. and Campbell, B.D., 2007. Plant trait responses to grazing: a global synthesis. *Global Change Biology*, 13: 313-341.
  - Dolatkhahi, M., Asri, Y. and Dolatkhahi, A., 2011. Floristic study of Arjan-Parishan protected area in Fars province. *Taxonomy and Biosystematics*, 3(9): 31-46 (In Persian).
  - Dunn, P.H., 1979. The distribution of leafy spurge (*Euphorbia esula* L.) and other weedy Euphorbia spp. in the United States. *Weed Science*, 27: 509-516.
  - Durak, T., 2012. Changes in diversity of the mountain beech forest herb layer as a function of the forest management method. *Forest Ecology and Management*, 276: 154-164.
  - Erfanzadeh, R., Omidipour, R. and Faramarzi, M., 2015. Variation of plant diversity components in different scales in relation to grazing and climatic conditions. *Plant Ecology and Diversity*, 8(4): 537-545.
  - Eshaghi Rad, J., Heidari, M., Mahdavi, A. and Zeinivandzadeh, M., 2011. Impact of recreational activities on vegetation and soil in forest park (Case study: Choghasabz forest park-Ilam). *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 71-80 (In Persian).
  - Gao, Y.H., Zeng, X.Y., Schumann, M. and Chen, H., 2011. Effectiveness of enclosures on restoration of degraded alpine meadow in the eastern Tibetan plateau. *Arid Land Research Management*, 25: 164-175.
  - Ghollassi Mood, Sh., Jalili, B. and Bakhshi Khaniki, Gh., 2007. Introducing flora and life forms of plants in west of Birjand. *Pajouhesh & Sazandegi*, 73: 65-73 (In Persian).
  - Heydari, M., Faramarzi, M. and Pothier, D., 2016. Post-fire recovery of herbaceous species composition and diversity, and soil quality indicators one year after wildfire in a semi-arid

- Chenareh, Marivan, Kurdistan province, western Iran. *Bioscience*, 3(1): 15-22.
- Pourrezaei, J., Tarnian, F., Payranj, J. and Difrakhsh, M., 2010. The studies of flora and phyto geography of Tang Ban watershed basin in Behbahan. *Iranian Journal of Forest*, 2(1): 37-49 (In Persian).
  - Raunkiær, C., Humphrey, G.C., Fausbøll, A. and Tansley, A.G., 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford, the Clarendon Press, 632p.
  - Roques, K.G., O'Connor, T.G. and Watkinson, A.R., 2001. Dynamics of shrub encroachment in an African savannah: relative influences of fire, herbivory, rainfall and density dependence. *Journal of Applied Ecology*, 38(2): 268-280.
  - Ter Braak, C.J.F. and Smilauer, P., 1998. *Canoco reference manual and user's guide to Canoco for windows: Software for canonical community ordination, Version 4*. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
  - Veech, J.A. and Crist, T.O., 2010. Toward a unified view of diversity partitioning. *Ecology*, 91: 2037-2051.
  - Zhang, Q., Hou, X., Li, F.Y., Niu, J., Zhou, Y., Ding, Y., Zhao, L., Li, X., Ma, W. and Kang, S., 2014. Alpha, Beta and Gamma diversity differ in response to precipitation in the inner Mongolia grassland. *PLoS ONE*, 9(3): 1-9.
  - Forest and Poplar Research, 51(1): 1-16 (In Persian).
  - Mirzaei, J., Akbarinia, M., Hosseini, M., Tabari, M. and Jalali, S. Gh., 2007. Comparison of natural regenerated woody species in relation to physiographic and soil factors in Zagros forests (Case study: Arghavan reservoir in north of Ilam province). *Pajouhesh & Sazandegi*, 20(4): 16-23 (In Persian).
  - Mobin, T., 1980-1996. *Iranian Plant (Flora of Vascular Plants)*, Vols. 1-4. Tehran University Press, Tehran, 404p (In Persian).
  - Moora, M., Davison, J., Opik, M., Metsis, M., Saks, U., Jairus, T., Vasar, M., and Zobel, M., 2014. Anthropogenic land use shapes the composition and phylogenetic structure of soil arbuscular mycorrhizal fungal communities. *FEMS Microbiol Ecology*, 90: 609-621
  - Mozaffarian, V., 2008. *Flora of Ilam*. Published by Farhang-e Moaser, Tehran, 936p (In Persian).
  - Pourbabaei, H., Abedi, T. and Zaree, A., 2010. Study on stand structure and plant biodiversity in Box tree (*Buxus hyrcana* Pojark.) site, Anjilbon, Guilan. *Iranian Journal of Biology*, 23(1): 9-17 (In Persian).
  - Pourbabaei, H. and Zandi Navgran, S., 2011. Study on floristic and plant species diversity in the Lebanon oak (*Quercus libani*) site,

## Effect of heterogeneity of field on natural regeneration of Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) using diversity and composition indices of plant species

M. Heydari<sup>1\*</sup>, J. Mirzaei<sup>2</sup>, R. Omidipoor<sup>3</sup>, M. Naderi<sup>4</sup> and T. Abdi<sup>5</sup>

1\* – Corresponding author, Assistant Prof., Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran. E-mail: m.heidari@mail.ilam.ac.ir

2- Assistant Prof., Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

3- Ph.D. Student Range Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

4- Ph.D. Student Forest Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

5- M.Sc. Student Forest Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

Received: 25.04.2016

Accepted: 12.09.2016

### Abstract

Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) is one of the most important species of Zagros forest ecosystem that its natural regeneration has become a challenge. This study aimed to investigate the composition and species diversity component (alpha, beta and gamma) of indicator plant species in well and poorly seed-origin oak regenerated spots in north of Ilam city. In this study, ten 100-m<sup>2</sup> plots were randomly selected from each of the spots. Four sample plots (1 × 1 m) were established in each spot for counting the number of plant species. The Monte Carlo test detected 23 and 13 indicator species from 109 and 58 species in well and poorly seed-origin oak regenerated spots, respectively. Based on Detrended Correspondence Analysis (DCA), two spots were different in terms of species composition. The dominant life forms in the two spots were therophytes and hemicryptophytes. The results showed that different components of species diversity i.e. alpha, beta, and gamma were higher in well seed-origin oak regenerated spots than in poorly regenerated spots. In both spots, diversity within the sample units (alpha) compared with diversity between sample units (beta) had a greater contribution in total diversity (gamma). In general, it can be concluded that the composition and diversity of plant species could be used as a bioindicator for monitoring the heterogeneity of oak regenerated spots.

**Keywords:** Indicator species, seed-origin, species diversity, Zagros.