تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد ششم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، ص ۸۳-۶۹

مقاله پژوهشی

بررسی الگوی پراکنش گیاه دارویی تشنه‌داری (*Scophularia striata* Boiss) و تنوع گونه‌ای در ارتفاعات مختلف منطقه سیاه کوه دهلران

فاطمه بیدرنامنی[1*]، زینب محکمی[1]، بهمن فاضلی نسب[1]، محمدعلی کریمیان[1]

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل، ایران

* مسئول مکاتبه: f.bidarnamani65@uoz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۳ **DOI: 10.22034/CSRAR.2022.296666.1106**

چکیده

گیاه تشنه‌داری با نام علمی *Scophulari striata* از تیره گل میمون، به عنوان ضدعفونی‌کننده در مناطق غربی کشور کاربردهای فراوانی دارد. الگوی پراکنش گیاه تشنه‌داری و تنوع گونه‌ای با هدف تعیین الگوی پراکنش مناسب برای نمونه‌برداری و تعیین عوامل محیطی مؤثر بر تنوع گونه‌ای گیاهان دارویی در سال ۱۳۹۹ در منطقه سیاه‌کوه شهرستان دهلران ارزیابی شد. نمونه‌برداری به‌طور تصادفی مطابق الگوی w در سه طبقه ارتفاعی (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) و دو جهت شرقی و غربی انجام گردید. توزیع فضایی با استفاده از شاخص‌های پراکنش، مدل‌های تیلور، ایوائو و شاخص‌های تنوع بررسی گردید. نتایج نشان داد بیشترین مقدار ضریب تیلور و ایوائو در ارتفاع ۱۰۰۵-۶۰۵ متر و جهت غربی منطقه سیاه‌کوه به ترتیب تیلور ۱/۰۵ و ۱/۰۶ و ایوائو ۱/۱۸ و ۱/۱۷ بود که با توجه به R^2 و P به‌دست‌آمده از ارتفاع ۱۰۰۵- ۶۰۵ متر، مدل ایوائو بهتر از مدل تیلور داده‌ها را برازش کرد. مقادیر سایر شاخص‌ها نشان داد که بیشترین مقدار ضرایب مربوط به ارتفاع ۶۰۵-۲۰۵ متر و جهت غربی بود. هم‌چنین بین مقادیر شاخص‌های تنوع در سه طبقه ارتفاعی و دو جهت شرقی و غربی تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). بیشترین مقادیر شاخص شانون-وینر برای ارتفاع ۲۰۵-۶۰۵ متر و کمترین آن برای ارتفاع ۱۰۰۵-۱۴۰۵ متر به ترتیب ۱/۲۳ و ۰/۷۶ مشاهده شد. نتایج نشان داد که الگوی پراکنش گیاه دارویی تشنه‌داری در شاخص‌های مختلف تجمعی بود و با افزایش ارتفاع از سطح دریا پراکنش تصادفی، تنوع گونه‌ای گیاهان کاهش و میزان یکنواختی افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: ایوائو، پلات، ترانسکت، تیلور، شانون- وینر

مقدمه

تشنه‌داری با نام علمی *Scophularia striata* Boiss، گیاهی خودرو، چند ساله و از خانواده‌ی گل میمون[1] که در استان ایلام، لرستان، کرمانشاه و مناطقی از استان‌های خوزستان، همدان، بوشهر، هرمزگان و یزد رشد می‌کند (Bahmani *et al.*, 2020). این گیاه به عنوان دارویی جهت تسکین درد (Alimohammadi *et al.*, 2016)، درمان عفونت‌های زنان (Havasian *et al.*, 2012)، کاهش افسردگی و اضطراب (Babri *et al.*, 2012)، بهبود عفونت‌های باکتریایی و بیمارستانی (Nazari *et al.*, 2012)، درمان سرطان (Bigdeli *et al.*, 2017) تأثیرگذار می‌باشد.

الگوهای پراکنش ابزار مهمی در اکولوژی کاربردی گیاهان می‌باشد (Tilman and Kareiva, 1997). به‌طور کلی الگوی توزیع فضایی جمعیت سه نوع تصادفی، منظم و تجمعی است. پراکنش جمعیت به وجود افراد در جمعیت، ویژگی‌های زیست‌شناسی گونه‌ها، تجسم رابطه بین گونه‌ای و تأثیر شرایط محیطی بر جمعیت اشاره می‌کند (Levin, 1992). الگوی توزیع فضایی سازگار با محیط یکی از نتایج انتخاب طبیعی است (Feng *et al.*, 2018). عوامل مؤثر در پراکنش، رشد و استقرار گونه‌های گیاهی در یک اکوسیستم طبیعی، شامل پستی و بلندی، اقلیم، نوع خاک و فاکتورهای مدیریتی می‌باشد که ارتباط خاصی بین خصوصیات محیطی و پوشش گیاهی در یک منطقه وجود دارد (Heydari Ghahfarokhi *et al.*, 2019).

در مطالعه‌ای عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر پراکنش گونه *Artemisia aucheri* Bioss در دامنه جنوب شرقی سبلان بررسی شد، نتایج نشان داد که گونه به طبقه ارتفاعی (۲۳۰۰-۲۱۰۰ متر) سازگاری بیشتری دارد (Molai Sham Asbi *et al.*, 2017). بررسی تنوع گونه‌ای درختان و فلور در ارتفاعات

[1] - Scophulaiaceae

مختلف و شیب‌های شرقی و غربی دره شیرین‌رود، استان مازندران نشان داد طبقه متوسط ارتفاع (۱۳۰۰-۹۰۰ متر) از سطح دریا بیشترین تنوع را داشته‌اند و شاخص‌های یکنواختی کامارگو و سیمپسون یکنواختی بیشتری را برای دامنه‌های رو به جهت شرقی نشان می‌دهد (Ejtehadi *et al*., 2015). مطالعات صورت گرفته در بررسی اثر عوامل محیط بر روی پوشش گیاهی نشان‌دهنده تغییرات شدید در پراکنش گونه‌های با فرم رویشی بوته‌ای و درختچه‌ای مانند ارس (*Juniperus communis* L.)، لور (*Carnipus orientalis* Miller.)، کلاه میرحسن سفید (*Acantholimon pterostegium* Bunge.) با تغییر میزان ارتفاع، بارندگی و شیب می‌باشد (Behmanesh, 2005).

بررسی ارتباط بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با عوامل رویشگاهی نشان می‌دهد که بین پوشش گیاهی و جهات جغرافیایی ارتباط معنی‌داری وجود دارد ولی بین پوشش گیاهی و مشخصه‌های دیگر از قبیل شیب و ارتفاع از سطح دریا رابطه معنی‌داری وجود ندارد (Zahedi Amiri and Mohamadi Limiai, 2002). رابطه بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهی در ذخیره‌گاه سرخدار افراخته نشان داد که با افزایش ارتفاع، شیب و شرایط زیستی سخت‌تر، تنوع و غنا کاهش یافته است (Esmailzadeh *et al*., 2008). مطالعه شاخص‌های کوادراتی در تعیین الگوی پراکنش اسکنبیل هفت بندی (*Calligonum polygonoides*) در منطقه زهک سیستان و بلوچستان نشان داد که پراکنش این گیاه در شاخص‌های تیلور، ایوائو، موریسیتا، کا و نسبت واریانس به میانگین به صورت تصادفی بود (Bidarnamani *et al*., 2019). ارزیابی تنوع گونه‌ای و پراکنش گیاهی غالب در تالاب بین‌اللملی هامون نشان داد که الگوی چمن شور ساحلی (*Aeluropus littoralis*) و گز سیستانی (*Tamarix meyeri*) به صورت تصادفی می‌باشد و مقادیر شانون- وینر در ایستگاه دوم و سوم با مقدار ۱/۰۹ و ۱/۴۳ بیشتر از ایستگاه اول و چهارم بود (Bidarnamani and Shabanipour, 2019).

پژوهش حاضر با هدف بررسی تعیین الگوهای پراکنش گیاه تشنه‌داری به‌منظور کمک به محققان در تصمیم‌گیری برای اندازه‌گیری، ارزیابی و حفاظت پوشش گیاهی و تبیین مهم‌ترین عوامل محیطی (ارتفاع از سطح دریا و جهت جغرافیایی) مؤثر بر الگوی تنوع گونه‌ای گیاهان دارویی منطقه سیاه‌کوه دهلران انجام شد. با تعیین مهم‌ترین و اثرگذارترین عوامل اکولوژیکی در پراکنش و تنوع گونه‌ای گیاهان دارویی می‌توان برای حفظ و احیای مناطق رویشی گیاهان راهکارهای مدیریتی مناسب ارائه کرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و نمونه‌برداری

در این مطالعه برای بررسی الگوی پراکنش گیاه دارویی تشنه داری و تنوع گونه‌ای گیاهان غالب منطقه سیاه‌کوه در فاصله حدود ۱۶ کیلومتری شمال‌شرقی شهر دهلران و در محدوده ''۲۱'۴۷º۱۸ تا ''۶۸'۴۷º۲۴ طول شرقی و ''۷۰'۳۱º۴۱ تا ''۱۶'۳۱º۴۳ عرض شمالی و با مساحتی حدود ۱۰ هکتار انتخاب شد (شکل ۱). سیاه‌کوه با ارتفاع ۱۴۰۵ متر، از شمال‌غربی به دینارکوه و از شرق به کوه خرگهی منتهی می‌شود.

آب و هوای منطقه بیابانی، اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن با شاخص خشکی ۱/۴ جزء مناطق خشک می‌باشد. متوسط ارتفاع سیاه‌کوه از سطح دریا ۳۵۰ تا ۱۴۰۵ متر، با شیب زیاد، دامنه نوسانات بارندگی سالانه حدود ۵۰ تا ۹۰ میلی‌متر است و متوسط دمای سالانه ۳۷ درجه می‌باشد (Alimoradi et al., 2019). به‌منظور تعیین الگوی پراکنش گیاه تشنه‌داری، سه ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵) در دو جهت شرقی و غربی منطقه سیاه‌کوه انتخاب شد. مشخصات طبقه‌های ارتفاعی به‌تفکیک ویژگی خاک و درصد پوشش محاسبه شد (جدول ۱).

در هر ارتفاع، نمونه‌برداری به روش تصادفی با استفاده از الگوی W در امتداد ۴ ترانسکت انجام شد. بدین‌منظور ۳۰ پلات یک متر مربعی (اندازه پلات با کمک روش سطح حداقل تعیین شد) انتخاب و تعداد گیاه تشنه‌داری در آن محاسبه شد. به منظور محاسبه شاخص‌ها و تعیین الگوی پراکنش گیاهان از نرم‌افزار اکسل استفاده شد و از پنج شاخص تیلور (Taylor, 1961)، ایوائو (Iwao, 1968)، موریسیتا (Morisita, 1962)، نسبت واریانس به میانگین (Wei-dong *et al*., 2001) و $\hat{k}$ (Chawla *et al*., 2008)، استفاده شد (جدول ۲).

شکل ۱- سمت چپ گیاه تشنه‌داری و سمت راست منطقه نمونه‌برداری

Figure 1- Left picture *Scrophularia striata* plant and right picture sampling region

جدول ۱- مشخصات ارتفاعات مختلف از سطح دریا (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵، ۱۴۰۵-۱۰۰۵متر)، جهت شرقی و غربی منطقه سیاه‌کوه

Table 1- Specifications of different altitudes (205-605, 605-1005 and 1005-1405 m), west and east directs of Siahkouh region

ویژگی Characteristic	جهت شرقی East direction	جهت غربی West direction	ارتفاع سوم Third altitude	ارتفاع دوم Second altitude	ارتفاع اول First altitude
اسیدیته pH	8.7	9.7	8.2	8	7.6
هدایت الکتریکی EC (dS.m^{-1})	5.4	4.3	3.9	4.3	4.7
کربن به نیتروژن C/N	7.7	9	7.6	8.4	9.4
ماده آلی Organic matter (%)	1.6	1.9	1.4	1.5	1.9
درصد پوشش Coverage percentage	19	24	15	17	24

در هر ارتفاع، نمونه‌برداری به روش تصادفی با استفاده از الگوی W در امتداد ۴ ترانسکت انجام شد. بدین‌منظور ۳۰ پلات یک متر مربعی (اندازه پلات با کمک روش سطح حداقل تعیین شد) انتخاب و تعداد گیاه تشنه‌داری در آن محاسبه شد. به منظور محاسبه شاخص‌ها و تعیین الگوی پراکنش گیاهان از نرم‌افزار اکسل استفاده شد و از پنج شاخص تیلور (Taylor, 1961)، ایوائو (Iwao, 1968)، موریسیتا (Morisita, 1962)، نسبت واریانس به میانگین (Wei-dong *et al.*, 2001) و $\hat{k}$ (Chawla *et al.*, 2008)، استفاده شد (جدول ۲).

اندازه نمونه برای هر گونه با استفاده از رابطه ۱ تعیین می‌شود (David and Moore, 1954). در این رابطه، N اندازه نمونه، t مقدار t استیودنت با درجه آزادی n-1، s انحراف معیار نمونه، $\bar{x}$ میانگین نمونه و k خطای تخمین می‌باشد که در این بررسی ۱۰ درصد در نظر گرفته می‌شود.

$$N = \frac{t^2 \times s^2}{(\bar{x} \times K)^2} \quad (۱)$$

پوشش گیاهی طبیعی سیاه‌کوه به دلیل شرایط سخت آب و هوایی و داشتن اقلیم خشک از غنای چندانی برخوردار نیست. کل گونه‌های شناسایی شده ۱۶ گونه بوده که در ۷ خانواده توزیع شده‌اند. برای مطالعه تنوع گونه‌ای، در هر ارتفاع و جهت جغرافیایی سه پلات ویتاکر تعدیل شده به صورت تصادفی- سیستماتیک به فاصله ۵۰ متر استقرار یافت (جدول ۳).

جدول ۲- روابط برآورد کننده شاخص‌های پراکنش

Table 2- Estimator formula of distribution Index

الگوهای پراکنش Distribution pattern	مشخصات Specifications	دامنه Range			رابطه Relation
		یکنواخت Uniform	تصادفی Random	تجمعی Cumulative	
شاخص تیلور Taylor index	میانگین (m) واریانس(S^2)	$b<1$	$b=1$	$b>1$	$\text{Log}(S^2) = \text{Log}(a) + b\,\text{Log}(m)$
شاخص ایوائو Iwao index	شاخص انبوهی متوسط (m^*) Average mass index	$\beta<1$	$\beta=1$	$\beta>1$	$m^* = \alpha + \beta m$ $m^* = m + (\frac{S^2}{m} - 1)$
شاخص نسبت واریانس به میانگین Variance to Mean ratio index	شاخص نسبت واریانس به میانگین Variance to Mean index	$ID<0$	$ID=0$	$ID>0$	$ID = \frac{s^2}{m}$
شاخص موریسیتا Morisita index	n تعداد کل افراد در تمام نمونه‌های برداشته‌شده Total number of individuals in all samples N تعداد کل نمونه‌ای برداشته‌شده Total samples ni تعداد افراد در نمونه شماره i Number of people in sample number i	$I\delta<1$	$I\delta=1$	$I\delta>1$	$I\delta = N\frac{\sum n_i(n_i-1)}{n(n-1)}$
شاخص تجمع ($\hat{k}$) Cumulative index	N تعداد نمونه Number of samples A_x مجموع فراوانی‌های مشاهده‌شده‌ای از واحدهای نمونه‌برداری که بیش از x فرد دارند The sum of the observed frequencies of sampling units that have more than X	-	$<8\ \hat{k}$	$>8\ \hat{k}$	$NLn\left(1+\frac{m}{\hat{k}}\right) - \sum\left(\frac{A_x}{\hat{k}}\right) = 0$

مقادیر شیب رگرسیونی ضریب تیلور (b)؛ مقادیر شیب رگرسیونی ضریب ایوائو (β)

The slope values of Taylor coefficient (b); The slope values of Iwao coefficient (β)

با توجه به اینکه برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای زیر پلات‌های یک متر مربعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در مجموع برای هر ایستگاه ۲۳ زیر پلات انتخاب شد. تعداد گونه‌های گیاهی در هر زیر پلات شمارش و یادداشت شد دو شاخص سیمپسون (Simpson, 1949)، شانون- وینر (Shanon and Weaner, 1949) برای محاسبه تنوع گونه‌ای استفاده شد (جدول ۴).

جدول ۳- گونه‌های دارویی مشاهده در منطقه سیاه‌کوه به تفکیک ارتفاع از سطح دریا (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) و جهت جغرافیایی (شرقی و غربی)

Table 3- Observed medicinal species divided by altitude (205-605, 605-1005 and 1005-1405) and geographical direction (east and west)

ردیف Row	نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	ارتفاع اول First altitude	ارتفاع دوم Second altitude	ارتفاع سوم Third altitude	جهت شرقی East direction	جهت غربی West direction
1	چتر گندمی	*Bupleurum exaltatum*	+	+	−	−	+
2	جعفری کوهی	*Pimpinella tragium*	−	−	+	+	−
3	جاشیر	*prangos uloptera*	+	+	−	−	+
4	گل گاوزبان	*Anchusa italic*	+	−	+	−	+
5	علف چسبک	*Asperugo procumbens*	+	−	−	+	−
6	گل گاوزبان ایتالیایی	*Echium italicum*	+	−	−	−	+
7	تشنه داری	*Scophilaria striata*	+	+	+	+	+
8	آفتاب پرست اروپایی	*Heliotropium noeanoum*	+	+	+	+	+
9	علف مار	*Cleome quinqueneriva*	+	+	+	−	+
10	کاهو منقاری کپه کوچک	*Cephalorrhynchus microcephalus*	−	+	−	−	+
11	هزار خار	*Cousinia cylindracea*	+	−	−	−	−
12	فرفیون	*Euphorbia denticulate*	+	−	−	+	+
13	دم روباهی نی مانند	*Alopecurus arundinaccus*	+	−	−	+	+
14	هفت بند	*polygonum aviculare*	+	+	−	+	+
15	خارخسک	*tribulus terrestris*	−	−	+	−	−
16	شیرپنیر	*Galium verum*	−	+	+	−	+

+: حضور گونه در محل، -: عدم حضور گونه در محل

+: presence of species in the place, -: absence of species in the place

جدول ۴- روابط برآورد کننده تنوع گونه‌ای

Table 4- Estimator formula of species diversity

عنوان شاخص Title of Index	مشخصات Specifications	رابطه Relation
شاخص سیمپسون Simpson index	n_i فراوانی گونه i ام Abundance of species i N فراوانی همه گونه‌ها Abundance of all species S تعداد گونه Number of species	$D_1 = \sum_{i=1}^{s} \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$
شاخص شانون- وینر Shannon-Weaver index`		$H' = \sum_{i=1}^{s} \left[\left(\frac{n_i}{N}\right) ln \left(\frac{n_i}{N}\right)\right]$

نتایج

الگوی پراکنش گونه‌ها

روش تیلور: آماره‌های به‌دست‌آمده از برقراری ارتباط رگرسیونی بین لگاریتم واریانس و میانگین جمعیت (قانون تیلور) در کوادرات‌های مختلف برای بررسی پراکنش گیاه دارویی تشنه‌داری در جدول ۵ ارائه شده‌اند. در پراکنش گیاه تشنه‌داری، مقدار F در سطح احتمال پنج درصد جز در ارتفاع بالا (۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) همواره معنی‌دار بود و ضریب تبیین معادله‌های رگرسیونی در حد بالایی قرار داشت. نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر ضریب تیلور (b) برای ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ متر) به‌ترتیب ۱/۰۲، ۱/۰۶ و جهات غربی و شرقی سیاه‌کوه به‌ترتیب ۱/۰۵ و ۱/۰۱ بود. بررسی ضریب تبیین (R^2) شاخص تیلور در ارتفاعات مختلف منطقه سیاه‌کوه نشان داد که بیشترین ضریب تبیین برای ارتفاع ۱۰۰۵-۶۰۵ با مقدار ۰/۹۳۱ است که نشان می‌دهد در این ارتفاع بیشترین برازش داده‌ها با شاخص را داریم. ضریب تبیین جهت غربی با مقدار ۰/۹۱۳ در مقایسه با جهت شرقی با دقت بهتری ضریب شاخص تیلور را نشان داد. بر اساس ضریب تیلور (b) و مقادیر F به دست آمده پراکنش گیاه تشنه‌داری در ارتفاعات (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ متر) و جهات شرقی و غربی به صورت تجمعی است.

جدول ۵- آماره‌های رگرسیونی روش تیلور برای محاسبه الگوی پراکنش گیاه تشنه‌داری

Table 5- Taylor regression statistics to calculate distribution pattern of *S. striata*

ارتفاع و جهت Altitude and direction (m)	T	F	R^2	b± SE
205-605	8.33*	56.13*	0.899	1.02±0.05
605-1005	14.31*	43.91*	0.931	1.06±0.09
1005-1405	0.78ns	6.12ns	0.845	0.99±0.01
غربی Western	10.41*	31.01*	0.913	1.05±0.07
شرقی Eastern	5.32*	38.41*	0.881	1.01±0.05

*: معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال پنج درصد. ns: عدم معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال پنج درصد. b: ضریب تیلور. R^2: ضریب تبیین. F: آزمون تجزیه واریانس رگرسیون. t: آزمون معنی‌داری اختلاف ضریب تیلور با عدد ۱.

*: Significance of coefficients difference P≤0.05; ns: Non-significance of coefficients difference P≤0.05; b: Taylor coefficient; R^2: Determination coefficient; *F*: The test of regression variance analysis; t: Significance test of Taylor coefficient difference with 1.

روش ایوائو: نتایج همگنی برقراری ارتباط رگرسیونی بین شاخص انبوهی متوسط و میانگین جمعیت (قانون ایوائو) در کوادرات‌های مختلف برای بررسی پراکنش تشنه‌داری در جدول ۶ نشان داد که مقدار آماره β در ارتفاع ۶۰۵-۲۰۵ با سایر ارتفاع‌ها و جهات قابل بررسی، اختلاف معنی‌داری داشت. بیشترین ضرایب تبیین شاخص ایوائو برای ارتفاع ۶۰۵-۱۰۰۵ و کمترین ضریب تبیین برای ارتفاع ۱۴۰۵-۱۰۰۵ است. هم‌چنین مقدار این آماره در ارتفاع ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشت. بیشترین مقادیر ضریب ایوائو β برای ارتفاع ۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ متر به‌ترتیب ۱/۲۳، ۱/۱۸ و جهات غربی و شرقی سیاه‌کوه به‌ترتیب ۱/۱۷ و ۱/۱۳ بود. هم‌چنین کمترین مقدار ضریب تیلور (b) برای ارتفاع ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر، ۱/۰۰۱ بود. بررسی مقادیر شیب رگرسیونی این شاخص، تجمعی بودن همه ارتفاعات و جهات مورد بررسی به جز ارتفاع ۱۴۰۵-۱۰۰۵ را نشان داد.

روش موریسیتا: شاخص موریسیتا در پراکنش گیاه تشنه‌داری منطقه سیاه‌کوه در ارتفاع ۶۰۵-۲۰۵ متر و جهات غربی و شرقی تفاوت معنی‌داری با عدد ۱ نشان داده است. بیشترین مقادیر روش موریستا برای ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵ متر) و جهات شرقی و غربی به‌ترتیب ۱/۱۶، ۱/۰۵ و ۱/۱۱ می‌باشد. روش موریسیتا برای ارتفاعات (۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقادیر روش موریسیتا برای ارتفاعات مذکور به ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۸۳ است بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این شاخص ارتفاعات (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ متر) و جهت شرقی الگوی پراکنش را تجمعی نشان می‌دهد و سایر الگوها پراکنش را تصادفی نشان داد (جدول ۷).

جدول ۶- آماره‌های رگرسیونی روش ایوائو برای محاسبه الگوی پراکنش گیاه تشنه‌داری

Table 6- Iwao regression statistics to calculate distribution pattern of *S. striata*

ارتفاع و جهت Altitude and direction (m)	T	F	R^2	β±SE
205-605	20.14*	130.44*	0.981	1.23±0.07
605-1005	16.74*	103.90*	0.940	1.18±0.06
1005-1405	2.51ns	3.45ns	0.780	1.001±0.04
غربی Western	14.03*	91.32*	0.931	1.17±0.04
شرقی Eastern	9.10*	67.38*	0.910	1.13±0.05

*: معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال پنج درصد.^{ns}: عدم معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال پنج درصد. β ضریب ایوائو. R^2: ضریب تبیین. F: آزمون تجزیه واریانس رگرسیون. t: آزمون معنی‌داری اختلاف ضریب ایوائو با عدد ۱.

*: Significance of coefficients difference P≤0.05; ns: Non-significance of coefficients difference P≤0.05; β: Iwao coefficient; R^2: Determination coefficient; F: The test of regression variance analysis; t: Significance test of Iwao coefficient difference with 1.

جدول ۷- مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌های پراکنش: موریسیتا، نسبت واریانس به میانگین و *k* برای ارتفاعات مختلف سیاه‌کوه دهلران

Table 7- Calculated values for distribution indices: Morisita, ratio of variance to mean and *k* for different altitudes of Siahkouh Dehloran

شاخص‌های پراکنش Distribution index									
	K			نسبت واریانس به میانگین Variance to mean ratio			موریسیتا Morisita		
ارتفاع و جهت Altitude and direction (m)	P	F	$\hat{k}$ ±SE'	P	F	ID±SE	P	F	$I\delta$ ±SE'
205-605	0.00*	31.59	14.73±0.02	0.00*	31.08	0.91±0.04	0.00*	8.43	**1.16±0.0**
605-1005	0.08ns	2.11	3.91±0.07	0.00*	14.07	0.55±0.1	0.08*	2.07	**0.96±0.0**
1005-1405	0.19ns	0.44	0.58±0.14	0.09ns	1.55	0.08±0.11	0.13ns	0.71	**0.83±0.0**
غربی Western	0.00*	12.64	9.08±0.09	0.00*	9.32	0.41±0.06	0.01ns	6.51	**1.11±0.0**
شرقی Eastern	0.06ns	3.07	6.13±0.06	0.00*	4.02	0.38±0.008	0.04*	4.32	**1.05±0.1**

*: معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال پنج درصد.^{ns}: عدم معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال پنج درصد.$I\delta$: ضریب موریسیتا. ID: ضریب نسبت واریانس به میانگین. K: کای عمومی.

*: Significance of coefficients difference P≤0.05; ns: Non-significance of coefficients difference P≤0.05; $I\delta$: Morisita coefficient; ID: Ratio coefficient of Variance to Mean; K: General k.

روش نسبت واریانس‌به میانگین: شاخص پراکندگی با نسبت واریانس به میانگین برای ارتفاعات (۶۰۵-۲۰۵، ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) و جهات غربی و شرقی سیاه‌کوه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با عدد صفر نشان داده‌اند. بیشترین مقادیر روش نسبت واریانس به میانگین برای ارتفاعات (۶۰۵-۲۰۵ و ۱۰۰۵-۶۰۵ متر) به‌ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۵۵ و برای جهات شرقی و غربی به‌ترتیب ۰/۳۸ و۰/۴۱ می‌باشد. از بررسی روش نسبت واریانس به میانگین برای ارتفاع ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین کمترین مقدار روش نسبت واریانس به میانگین از ارتفاع ۱۴۰۵ -۱۰۰۵ متر ۰/۰۸ بدست آمد (جدول ۷).

روش *k*: مقادیر شاخص تجمعی برای ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵ متر) و جهت غربی با سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با عدد ۸ نشان داده است که نشان می‌دهد سایر مناطق از نظر نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. بیشترین مقدار روش k برای ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵ متر) و جهت غربی سیاه‌کوه

به‌ترتیب ۱۴/۷۳ و ۹/۰۸ می‌باشد. هم‌چنین از بررسی روش K برای ارتفاعات (۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) و جهت شرقی سیاه‌کوه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین مقادیر روش k برای ارتفاعات (۱۴۰۵-۱۰۰۵ و ۶۰۵-۱۰۰۵) و جهت شرقی به ترتیب ۳/۹۱، ۰/۵۸ و ۶/۱۳ بود (جدول ۷).

تنوع گونه‌ای: نتایج بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌ای در سه ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵- ۱۰۰۵ متر) و جهات شرقی و غربی سیاه‌کوه نشان داد که شاخص‌های شانون- وینر و سیمپسون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. مقادیر شاخص شانون- وینر در ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) به‌ترتیب ۱/۲۳، ۱/۱۴ و ۰/۷۶ و در جهات شرقی و غربی سیاه‌کوه به‌ترتیب ۱/۲۱ و ۱/۰۹ بود. همچنین مقادیر شاخص سیمپسون در ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) به‌ترتیب ۰/۶۴/۵۵، ۰/۰ و ۰/۷۰ و در جهات شرقی و غربی سیاه‌کوه به‌ترتیب ۰/۶۳ و ۰/۵۹ است. نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر دو شاخص تنوع گونه‌ای شانون- وینر در ارتفاع ۶۰۵-۲۰۵ و جهت غربی سیاه‌کوه و کمترین مقادیر این شاخص در ارتفاع ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۸- مقادیر محاسبه‌شده شاخص‌های تنوع گونه‌ای برای سه ارتفاع (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵) و جهات شرقی و غربی سیاه‌کوه

Table 8- Calculated amount of species diversity indices for 3 altitudes (205-605, 605-1005 and 1005-1405 m), west and east directions of Siahkouh

ارتفاع و جهت Altitude and direction (m)	شاخص‌های تنوع گونه‌ای Species diversity indices					
	شاخص سیمپسون Simpson index			شاخص شانون- وینر Shannon-Weiner index		
	P	*F*	$D_1 \pm SE'$	*P*	*F*	$H \pm SE'$
205-605	0.00*	75.30	0.55±0.19	0.00*	104.51	1.23±0.03
605-1005	0.00*	44.09	0.64±0.81	0.00*	161.04	1.14±0.09
1005-1405	0.00*	12.98	0.70±0.23	0.00*	89.71	0.76±0.17
غربی Western	0.00*	50.61	0.59±0.54	0.00*	143.44	1.21±0.06
شرقی Eastern	0.00*	40.03	0.63±0.02	0.00*	107.06	1.09±0.08

*معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب با صفر در سطح احتمال پنج درصد

Significance of coefficients difference with zero at P≤0.05

بحث

بررسی الگوهای پراکنش برای گیاهان مختلف متأثر از اندازه نمونه و پلات است، به‌دلیل اینکه شاخص‌های کوادراتی وابسته به اندازه پلات هستند و با تغییر اندازه مختلف پلات، الگوهای پراکنش متفاوت خواهند بود. با توجه به معنی‌داری ضرایب تیلور (b) و ایوائو (β) برای ارتفاعات ۶۰۵-۲۰۵ و ۱۰۰۵-۶۰۵ و جهت غربی و شرقی در منطقه سیاه کوه می‌توان نتیجه گرفت که در زمان استفاده از پلات‌های یک متر مربعی، شمارش گیاه با تفکیک در نقاط مورد اشاره از نظر آماری امکان‌پذیر است و با توجه به این موضوع، استفاده از مدل نمونه‌برداری کاربردی سخت‌تر به نظر می‌رسد. هم‌چنین با توجه به نتایج ضرایب این دو شاخص و بالابودن ضرایب شاخص ایواوو (β) نسبت به تیلور می‌توان نتیجه گرفت که شاخص ایولئو بهتر می‌تواند نمونه‌برداری و پراکنش گیاه تشنه‌داری را برازش کند. هم‌چنین بررسی ضریب تبیین این دو شاخص هم میزان همگنی شیب خط رگرسیونی در شاخص ایوائو بالاتر از ضریب تیلور داشت (Bidarnamani and Shabanipour, 2019). نتایج این تحقیق با نتایج پژوهشی دیگر که شاخص تیلور را برای پراکنش اسکنبیل هفت‌بندی در منطقه سیستان مناسب‌تر می‌دانستند مطابقت نداشت (Bidarnamani *et al.*, 2019)؛ دلیل این اختلاف را باید در تفاوت تعداد افراد در هر پلات دانست که ممکن است برخی پلات‌ها بدون نمونه و برخی با تعداد نمونه بیشتر باشند، هرچه میزان میانگین‌های افراد شمارش در پلات کمتر باشد شاخص‌های ایوائو بهتر از تیلور می‌تواند پراکنش را

ارزیابی کند.

در بین سایر شاخص‌های پراکنش، شاخص موریسیتا بهتر از سایر شاخص‌ها الگوی پراکنش گیاه تشنه‌داری را نشان داد که دلیل آن را این‌گونه می‌توان بیان نمود که این شاخص از تعداد نمونه مستقل است ولی در شرایطی که نمونه‌های مورد بررسی الگوی تجمعی را برازش کند، حساس است. نتایج این مطالعه با پژوهشی بر روی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی شاخص در مانشت ایلام مطابقت داشت که عنوان کردند شاخص موریسیتا بهتر از شاخص‌های کوادراتی پراکنش را ارزیابی کرد (Heydari *et al.*, 2016). نتایج ارزیابی شاخص‌ها نشان داد که طبقات ارتفاعی مختلف سیاه‌کوه (۶۰۵-۲۰۵، ۱۰۰۵-۶۰۵ و ۱۴۰۵-۱۰۰۵ متر) و جهت‌های رو به دامنه (غربی و شرقی) منطقه سیاه‌کوه نقش زیادی در الگوی پراکنش گیاه تشنه‌داری داشتند. در پژوهشی دیگر، بیشترین پراکنش گونه‌ی *Artemisia aucheri* Boiss در ارتفاعات بالاتر از سطح دریا تعیین شد که با نتایج این پژوهش مبنی بر پراکنش بیشتر گیاه تشنه‌داری در ارتفاع پایین‌تر مطابقت نداشت (Mozafarian, 2006). در طبقه ارتفاعی اول (۲۰۵-۶۰۵) و جهات غربی و شرقی شاخص‌های تیلور، ایوائو، موریسیتا، k و نسبت واریانس به میانگین پراکنش تجمعی را نشان دادند. در مطالعه‌ای، الگوی پراکنش لاله واژگون (*Fritillaria imperialis* L.) در منطقه مانشت ایلام را بررسی نمودند که توانستند الگوی پراکنش لاله واژگون را با استفاده از شاخص‌های تیلور، ایوائو و k تجمعی نشان دهند (Bidarnamani and shabanipour, 2018). همچنین الگوی پراکنش سه گونه بوته‌ای در حومه سنندج با استفاده از شاخص‌های فاصله‌ای و کوادراتی به صورت تجمعی بوده و با افزایش ارتفاع، پراکنش از حالت تجمعی به حالت تصادفی تغییر کرد. دلیل پراکنش تجمعی را می‌توان شرایط رویشگاهی (pH خاک) و تجمع مواد غذایی (پتاسیم، کربن و مواد آلی) در ارتفاعات پایین منطقه سیاه کوه بررسی کردند (Zahedi Amiri and mohamadi Limiai, 2002). در ارتفاعات طبقه اول سیاه‌کوه (۶۰۵- ۲۰۵ متر) میزان هدایت الکتریکی، مواد آلی، پتاسیم و کربن در خاک نسبت به سایر ارتفاعات بیشتر می‌باشد. در پژوهش مختلفی اثر هدایت الکتریکی (Seoane, 2003)، مواد آلی و پتاسیم (Jenkins and Parker, 1998) و کربن در خاک (Zakeri Pashakolaei, 2014) بر پراکنش گیاهان تأثیر گذار می‌باشد. هم‌چنین جهت جغرافیایی بر مقدار آب در دسترس گیاه، دما خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه تأثیر می‌گذارد. از طرف دیگر تفاوت در شدت تابش نور در جهت‌های مختلف یک دامنه باعث به‌وجود آمدن تغییرات میکروکلیمایی در آن دامنه می‌شود (Morisita, 1962). در این پژوهش نتایج نشان داد که گیاه تشنه‌داری در جهت غربی دارای پراکنش بیشتر نسبت به جهت شرقی می‌باشد. شاخص‌های پراکنش در هر دو جهت الگوی پراکنش را تجمعی نشان دادند. نتایج این پژوهش با نتایج محققین دیگر که تأثیر جهت جغرافیایی را بر پراکنش گیاهان در منطقه مورد مطالعه مؤثر می‌دانستند مطابقت داشت (Mozafarian, 2006).

تنوع گونه‌ای با محاسبه شاخص‌های تنوع گونه‌ای و با در نظر گرفتن نسبت تعداد گونه‌ها و درجه اهمیت آن‌ها و میزان تولید، تعیین می‌شود. با توجه به در نظر گرفتن دو بعد متفاوت (توجه به گونه‌های غالب و گونه‌های نادر) در اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای، دو شاخص شانون-وینر و سیمپسون انتخاب شدند تا بتوان اطلاع دقیقی از تنوع گونه‌ای به دست آورد. میزان عددی شاخص شانون-وینر بین ۰-۴/۵ متغیر می‌باشد. اگر فقط یک گونه در واحد نمونه حضور داشته باشد یا جامعه دارای استرس یا تخریب باشد، این شاخص برابر صفر خواهد بود. زمانی‌که جامعه دور از استرس و آلودگی باشد، میزان این شاخص بیش‌ترین است. هم‌چنین میزان شاخص سیمپسون بین صفر و یک متغیر می‌باشد. دامنه‌ی شاخص‌های تنوع شانون- وینر برای سه طبقه ارتفاعی (۷۶/. تا ۱/۲۳) و شاخص سیمپسون نیز مقادیر (۰/۵۵ و ۰/۷۰) است. این امر نشان می‌دهد تنوع گونه‌ای منطقه سیاه‌کوه متوسط است. در پژوهش حاضر مشخص شد با افزایش ارتفاع از سطح دریا تنوع گونه‌ای کاهش یافت و بررسی جهات نیز نشان داد جهت غربی دامنه سیاه‌کوه تنوع گونه‌ای بیشتری نسبت به جهت شرقی دامنه این کوه داشت؛ به‌طوری‌که بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون-وینر در ارتفاع ۲۰۵-۶۰۵ میزان ۱/۲۳ بود. بررسی تنوع گونه‌ای شمال سبلان در سه طبقه ارتفاعی (۲۰۰۰-۱۰۰۰، ۲۵۰۰-۲۰۰۰ و ۲۷۰۰-۲۵۰۰ متر) نشان داد با افزایش ارتفاع، میزان تنوع گونه‌ای کاهش و میزان یکنواختی افزایش یافت که با نتایج پژوهش ما مطابقت داشت (Nazari *et al.*, 2016). در بررسی تنوع گونه‌های

گیاهی در طول گرادیان ارتفاعی غرب هیمالیا گزارش شد مقادیر شاخص تنوع گونه‌ای در ارتفاعات میانی بیشترین و در ارتفاعات بالا کمترین مقدار بود که مطابق نتایج این تحقیق می‌باشد (Chawla *et al.*, 2008). از دلایل کاهش تنوع گونه‌ای در ارتفاعات بالاتر می‌توان افزایش بادهای شدید همراه با گرد و خاک در ارتفاعات بالاتر دانست که باعث نامساعد شدن شرایط برای گیاهان می‌شود. با مطالعه‌ای در طول یک گرادیان ارتفاعی در آریزونا به این یافته رسیدند که ارتفاعات پایین دارای تنوع گونه‌ای بیشتری بخاطر بالاتر بودن دما هستند (Fisher and Fuel, 2008). از طرف دیگر با افزایش ارتفاع در منطقه عمق خاک کاهش یافته و فرصت نفوذ آب کم و نزولات بیشتری به صورت هرز آب جریان می‌یابد و باعث فرسایش خاک می‌شود. چنین شرایطی باعث تأثیرات منفی بر تنوع گونه‌ای در ارتفاعات بالاتر می‌شود (Chawla *et al.*, 2008).

نتیجه‌گیری کلی

بخش‌های مختلف منطقه سیاه‌کوه دهلران دارای پراکنش و تنوع متفاوتی است و با افزایش ارتفاع پراکنش گیاه تشنه‌داری تصادفی و تنوع گونه‌ای یکنواخت می‌شود. داده‌های بدست‌آمده از جهت غربی منطقه در مقایسه با جهت شرقی ضریب شاخص تیلور دقیق‌تری داشتند. تمام روش‌های مقایسه‌ای نشان داد پراکنش در طبقه ارتفاعی ۱۴۰۵-۱۰۰۵ معنی‌دار نبود. شاخص تنوع گونه‌ای شانون- وینر و سیمپسون نیز نشان از تفاوت معنی‌دار در سه ارتفاع و دو جهت شرقی و غربی منطقه سیاه‌کوه داشت. هم‌چنین بین شاخص‌های مختلف موریسیتا بهتر از سایرین توانست الگوی پراکنش گیاه تشنه‌داری را نشان دهد. با مقایسه تنوع گونه‌ای و پراکنش گیاه تشنه‌داری در سایر مناطق کشور و مقایسه با نتایج این تحقیق می‌توان بهترین شرایط برای رشد فیزیولوژیکی گیاه از نظر دما، ارتفاع از سطح دریا، میزان تشعشع خورشید، شرایط خاکی و ... بررسی کرد. هم‌چنین نتایج پژوهش حاضر می‌تواند در مطالعات مربوط به مدل‌سازی نمونه‌برداری گیاهان دارویی و پیشنهاد گونه‌های اصلاحی مناسب برای احیای پوشش گیاهی گونه‌های تخریب یافته نیز مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه زابل انجام گرفته است.

References

Alimohammadi, B., Mohammadi, R., Nazemi S. and Azhdari Zarmaheri, H. 2016. Antinociceptive effects of hydro-alcoholic extract of *Scrophularia striata* Boiss using formalin test. *Journal of Zanjan University of Medical Science and Health Services*, *105*(2), pp.78-87. [In Persian].

Alimorad, S., Nassery, H.R., Alijani, F. and Karimi, H. 2019. Source determination and formation mechanisms of sulfur and thermal springs of Siah_Kuh anticline, south-west of Iran using hydrogeochemistry and isotope characteristics. *Hydrogeomology*, *5*(2), pp.16-31. [In Persian].

Bahmani, M., Hadavi, M. and Abbasi, N. 2020. Study of extraction and chemical compounds of *Scrophularia striata* Bioss. and *Scrophularia deserti* Delile using HS-SPME and GC-MS. *Plant Biotechnology Persa*, *2*(1), pp.8-13. **doi: 10.29252/pbp.2.1.8**

Babri, S., Doosti, M.H., Fatehi, L. and Salari, A.A. 2012. The effects of *Scrophularia striata* extract on anxiety and depression behaviors in adult male mice. *Pharmaceutical Sciences*, *18*(2), pp.133-140. [In Persian].

Behmanesh, B. 2005. The effects of some environmental factors on distribution of medicinal plants (Case Study: Charbagh rangelands, Golestan Provine). MSc thesis. Gorgan University of Agricultural Research and Natural Resources. Gorgan, Iran. [In Persian].

Bidarnamani, F. and Shabanipour, M. 2018. Comparison of distance indicators and quadrate indicators in determining dispersion pattern of *Fritillaria imperials* L. in Ilam. *Journal of Ornamental Plant*, *8*(3), pp.193-203.

Bidarnamani, F., Fahmideh, L. and Shabanipour, M. 2019. Comparison of distance-based and quadrate-based methods to determine the dispersion methods of *Calligonum polygonoides* in Sistan province, Iran. *Journal of Arid Biome*, *9*(1), pp.113-122. [In Persian]. **doi: 10.29252/aridbiom.2019.1567**

Bidarnamani, F. and Shabanipour, M. 2019. Evaluation of species diversity and spatial distribution characteristics of five dominant plant species in Hamoon wetlands. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*, *7*(14), pp.67-86. [In Persian].

Bigdeli, R., Baghbani Arani, F. and Ahangari, C. 2017. The cytotoxic effects of different concentrations of *Scrophularia striata* extract on human colorectal cancer cells (HT20). *Research of Medicine*, *41*(3), pp.160-165. [In Persian].

Chawla, A., Rajkumar, S., Singh, K.N., Brij Lal, R.D.S. and Thukral, A.K. 2008. Plant species diversity along an altitudinal gradient of Bhabha Valley in Western Himalaya. *Journal of Mountain Science*, *5*, pp.157-177. **doi: 10.1007/s11629-008-0079-y**

David, F.N. and Moore, P.G. 1954. Notes on contagious distribution in plant population. *Annals of Botany*, *18*(69), pp.47-53.

Ejtehadi, H., Zare, H., Amini Eshkevari, T. and Atashgahi, Z. 2015. A study of tree species diversity and flora in different altitudes and slopes of the shirinrood river valley, Mazanderan, Iran. *Taxonomy and Biosystematics*, *25*(2), pp.39-52. [In Persian].

Esmailzadeh, O., Hoseini, S.M., Asadi, H., Ghadirpour, P. and Ahmadi, A. 2008. Plant biodiversity in relation to physiographical factors in Afratakhte yew (*Taxus baccata* L.) Habitat, NE Iran. *Journal of Plant Biology*, *4*(12), pp.1-12. [In Persian].

Feng, Y., Xinm, H.L., Li, Y. and Li, W.J. 2018. Spatial distribution pattern of *Nitraria* L. in Traim basin. *International Simposiom Workshop on Environmental Management, Science and Engineering*, pp.285-290.

Fisher, M.A. and Fuel, P.Z. 2004. Changes in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizona. *Forest Ecology and Management*, *200*, pp.293-311.

Havasian, M.R., Panahi, J., Pakzad, I., Davoodian, A., Jalilian, A. and Zamanian, M. 2012. Study of inhibitory effect of alcoholic and aqueous extract of *Scrophularia striata* (tashne dari) on *candida albicans* in vitro. *Research in Medicine*, *36*(5), pp.19-23. [In Persian].

Heydari, M., Karimikia, H., Jafarzadeh, A.A. and Naderi, M. 2016. Study of spatial pattern of indicator plant species in ecological species groups (case study: Manesht protected Area, Ilam province). *Iranian Journal of Applied Ecology*, *5*(17), pp.65-76. [In Persian]. **doi: 10.18869/acadpub.ijae.5.17.65**

Heydari Ghahfarokhi, Z., Tahmasbi, P. and Shahrokhi, A. 2019. Effects of ecological factors on distribution of Salvia hydrangea DC. ex Benth. in Tang-e-sayad, Shahrekord. *Journal of Rangeland*, *13*(3), pp.476-489.

Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of populations. *Researches on Population Ecology Journal*, 10, pp.1-20. **doi: 10.1007/bf02514729**

Jenkins, M. and Parker, A. 1998. Composition and diversity of woody vegetation in silvicultural openings of southern Indiana forests. *Forest Ecology and Management*, *109*(2), pp.57-74. **doi: 10.1016/s0378-1127(98)00256-4**

Levin, S.A. 1992. The problem of pattern and Scale in Ecology. *Ecology*, *73*, pp.1943-l967. **doi: 10.2307/1941447**

Molai Sham asbi, M., Ghorbani, A., Sefidi, K., Bahrami, B. and Hashemi Majd, K. 2017. Effects of ecological factors on distribution of Artemisia aucheri Boiss.in southeast faced slopes of Sabalan. *Journal of Rangeland*, *11*(2), pp.139-151. [In Persian].

Morisita, M. 1962. *Iδ* index as a measure of dispersion of individuals. *Researches on Population Ecology*, *4*, pp.1-7. **doi.org/10.1007/bf02533903**

Mozafarian, V.A. 2006. Khuzestan flora: agriculture natural resources research. Publication Center of Khuzestan Province. Khuzestan.

Nazari, M.R., Pakzad, I., Maleki, A. and Hematian, A. 2013. Comparison of in vitro inhibitory effects of different extracts of *Scrophularia striata* plant on *Staphylococcus aureus Pseudomonas aeruginosa* and *Helicobacter pylori*. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences, 22*(3), pp.67-72. [In Persian].

Nazari Anbaran, F., Ghorbani, A., Azimi Motem, F., Teymorzadeh, A., Asghari, A. and Hashemimajd, K. 2016. Floristic and species diversity in altitudinal gradient of Lahrod-Shabil (north Sabalan). *Journal of Plant Ecosystem Conservation, 3*(7), pp.1-18. [In Persian].

Seoane, J., Vinuela, J., Dtaz Delgado, R. and Bustamante. J. 2003. The effects of land use and climate on red kite distribution in the Iberian Peninsula. *Biology Conservation*, *11*, pp.401–414. **doi: 10.1016/s0006-3207(02)00309-9**

Shannon, C.E. and Weaner, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois press, Urbana, Illinois.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688-723. **doi: 10.1038/163688a0**

Taylor, L.R. 1961. Aggregation, Variance to the Mean. *Nature*, 189, pp.732-735. **doi: 10.1038/189732a0**

Tilman, D. and Kareiva, P. 1997. Spatial Ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions (Princeton: Princeton University Press).

Wei-dong, H., Xiu-mei, G. and Lin feng, L. 2001. Spatial pattern of dominant tree species of the secondary monsoon rain forest in Linjiang, Guangdong province. *Journal of Forestry Research*, *12*(2), pp.101-104. **doi: 10.1007/bf02867205**

Zahedi Amiri, Gh. and Mohammadi Limayi, S. 2002. Relationship between plant ecological groups in herbal layer and forest stand factors (Case study: Neka forest, Iran). *Iranian Journal Natural Resources*, *55*(3), pp.341-353. [In Persian].

Zakeri Pashakolaei, M., Alvaninejad, S. and Esmailzade, O. 2014. Relationship between plant biodiversity and topographical factors in forests of West Mazandaran (case study: research forest of Tarbiat Modares University). *Iranian Journal of Applied Ecology*, *3*(8), pp.1-16. [In Persian].

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 6, Issue 1, Spring 2024, P. 69-83

Evaluation of distribution pattern of medicinal plant *Scophularia striata* Boiss and species diversity in different altitudes Siahkouh region of Dehloran

Fatemeh Bidarnamani[1*], Zeynab Mohkami[1], Bahman Fazeli-Nasab [1], Mohammad-ali Karimian[1]

[1] Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture Institute, Research Institute of Zabol, Zabol, Iran
[*]Corresponding Author: f.bidarnamani65@uoz.ac.ir

Received: 25 July 2021 Accepted: 5 October 2021 **DOI: 10.22034/CSRAR.2022.296666.1106**

Abstract

Introduction: *Scophularia striata* Boiss plant from *Scrophulariaceae* family. In western states of Iran, a plant of Snapdragon has traditional medical usage. It utilize as a disinfectant and for treatment of stomach ulcer, infection of eyes and ears in the western regions of the country. Different parts of the *Scophularia striata* have different medicinal properties. So that the leaf extract of the plant has an inhibitory effect on the growth of fibroblasts and its seed extract stimulates the growth of the cell.
Materials and Methods: Spatial distribution and species diversity of *Scophularia striata* was evaluated in Siahkouh region of Dehloran in 2020 with the aim of determining the appropriate distribution pattern of sampling and selection of the environmental factors affecting the species diversity of medicinal plants. Random sampling carried out according to w pattern in three altitudes (205-605, 605-1005 and 1005-1405 m) and two directs: West and East. Spatial distribution was evaluated by distribution indices, Taylor and Iwao models and diversity indicators.
Results and Discussion: Different parts of Siahkuh Dehloran region have different distribution and diversity and with increasing the distribution height, the *Scophularia striata* becomes random and the diversity of species was uniform. All comparative methods showed that the distribution in the elevation class 1405-1005 was not significant. Shannon-Wiener and Simpson species diversity index also showed significant differences in three altitudes and two East and West directions of Siahkuh region. The results showed the highest value of Taylor and Iwao coefficient in west direction of altitude 605-1005 were 1.05 and 1.06 for Taylor and 1.18 and 1.17 for Iwao respectively, which Iwao model fitted better than Taylor model according to R2 and P obtained from 605-1005 altitude. Other indices values indicated the most amount of coefficient was in 205-605 m altitude and west direction. There are significant differences between the values of diversity indices in 3 altitudes and 2 directions of West and East ($P \leq 0.05$), too. The most and lowest amounts of Shannon-Weiner index were 0.76 and 1.23 for 205-605 and 1005-1405 m altitudes, respectively. Also, among the various indices, Morisita was better than others to show the distribution pattern of the *Scophularia striata*.
Conclusion: The results showed that spatial distribution of the medicinal plant *S. striata* was cumulative in different indices and distribution pattern was randomly, species diversity decreased and uniformity amount enhanced by addition of altitudes. By comparing the diversity of species and distribution of *Scophularia striata* in other regions of the country and comparing with the results of this research, the best conditions can evaluate for physiological growth of the plant in terms of temperature, altitude, amount of sunlight, soil conditions etc. The results of the present study can also be used in studies related to modeling the sampling of medicinal plants and suggesting suitable breeding species to restore the vegetation of degraded species. Evaluation the distribution pattern in different plants can help to preserve rare species of medicinal and ornamental plants. Especially in the case of endangered plants, whether by humans or by livestock or natural disasters, the largest number of plant species can be found with similar research, in an area with a specific distribution pattern to achieve its full purpose with cost reduction used to maintain that species. In addition, determining the distribution pattern with the study of species diversity in different regions can help the researcher to determine what environmental or soil conditions in that region have caused the

growth of these particular species, and the relationship between these plants. It is even possible to try in breeding programs for cossing between similar species and genera with close relationship to increase species diversity in that area and reduce the risk of extinction in the coming years.

Keywords: Iwao, Plot, Taylor, Transect, Shannon-weiner