

## اندازه‌گیری تغییرات تنوع گونه‌ای در طول گرادیان شوری (مطالعه موردی: مراتع اینچه‌برون)

عاطفه سلامی<sup>۱\*</sup>، عادل سپهری<sup>۲</sup>، موسی اکبرلو<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵

### چکیده

شوری یکی از پارامترهای محیطی است که تأثیر آن بر تنوع گونه‌ای، نیاز به مطالعه بیشتری دارد. در تحقیق حاضر، تغییر تنوع گیاهی تحت تأثیر تغییر شوری ناشی از تغییر ارتفاع و نزدیکی به سطح ایستابی در دشت اینچه‌برون در شمال شهرستان آق‌قلا (استان گلستان) مورد بررسی قرار گرفته است. به دلیل تغییر شوری ناشی از تغییر توپوگرافی در طول دشت اینچه‌برون، نمونه‌برداری و ثبت اطلاعات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه، با استقرار ترانسکت نواری حدود ۱۰۰۰ متری در امتداد یکی از تپه‌های منطقه اینچه‌برون انجام شد. در طول ترانسکت در فواصل ۱۰۰ متری، اقدام به استقرار واحدهای نمونه‌برداری (پلات) ۳×۳ متر شد. در داخل هر واحد نمونه‌برداری، لیست گونه‌ها و سطح تاج‌پوشش هر گونه، در جهت شیب غالب، برآورد شد. با استفاده از نرم‌افزار PAST شاخص‌های تنوع شانون-واینر و سیمپسون محاسبه شد. عدد تنوع بتا بین واحدهای نمونه‌برداری در طول گرادیان شوری با استفاده از شاخص ویتاکر محاسبه شد. رابطه بین تغییرات شوری بین واحدهای نمونه‌برداری در طول گرادیان ارتفاعی و تنوع آلفا، سیمپسون و بتا با استفاده از رگرسیون خطی ساده مطالعه شد. نتایج نشان داد بین ارتفاع، میزان شوری خاک و هر دو شاخص تنوع گیاهی، رابطه معنی‌دار وجود دارد. با کاهش ارتفاع، میزان شوری خاک افزایش می‌یابد و با افزایش شوری خاک، تنوع زیستی کاهش می‌یابد. این تغییرات در نتیجه افزایش شوری صورت می‌گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص تنوع شانون، تنوع بتا، تنش شوری، تنوع زیستی، توپوگرافی، مراتع اینچه‌برون.

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

Email: atefehsalami23@gmail.com

۲. استاد گروه مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

## مقدمه

اخیراً فعالیت‌های زیادی در مورد پیش‌بینی تأثیر تغییرات آب‌وهوا روی تنوع زیستی انجام شده است، با این حال، این سؤال که چه چیزی تعیین‌کننده توزیع گونه‌هاست (که خود یکی از اساسی‌ترین مباحث در محیط زیست است)، در اکثر نقاط جهان همچنان بی‌پاسخ مانده است (آستین و ون‌نیل<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱؛ هیوز<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). پنج دسته از عواملی که تعیین‌کننده توزیع و فراوانی گونه‌های گیاهی هستند، شامل آب‌وهوا، خاک، عوامل جغرافیایی و فعل‌وانفعالات بین گونه‌هاست. این عوامل ترکیب و ساختار جوامع گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. آن‌ها همچنین به‌عنوان فاکتورهای تنشی تکاملی عمل می‌کنند. اطلاعات مربوط به توپوگرافی و اقلیم، همیشه برای توضیح الگوهای پوشش گیاهی کافی نیستند. با این حال، حتی زمانی که عوامل تحت‌تأثیر خاک توسط بوم‌شناسان گیاهی و طراحان زیست جغرافیایی مورد توجه هستند، رطوبت و بافت خاک، PH و مواد مغذی، تنها متغیرهای در نظر گرفته‌شده هستند (مولر و النبرگ<sup>۳</sup>، ۱۹۷۴).

با اینکه شوری خاک به‌عنوان یک محدودیت بزرگ برای کشت و تولید محصولات مقاوم در برابر نمک مطرح است، به‌جز در اکولوژی بیابان (سراسر نمک و پالایا) و تالاب (باتلاق‌های نمک، مانگرو) که نمک‌دوست هستند، بدیهی است در بوم‌شناسی گیاهی، آن را به‌عنوان یک عامل نادیده می‌گیرند. در مطالعات اخیر، تحقیقات درباره شوری خاک و پراکنش گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک، در سرتاسر جهان نشان داده است که شوری حتی در سطوح پایین یک فاکتور غیرزنده است که بر روی الگوها و تنوع تأثیرگذار است (بویی<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳). خاک شور، خاک‌هایی حاوی غلظتی از نمک‌اند که مانع رشد بسیاری از گونه‌های زراعی می‌شوند. خاک‌های شور دارای هدایت الکتریکی بیشتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر (۳۶ میلی‌مولار سدیم کلراید) می‌باشند. طبق اندازه‌گیری در عصاره اشباع در ۲۵ درجه سانتی‌گراد (آزمایشگاه شوری ایالات متحده<sup>۵</sup>، ۱۹۶۹). سطح شوری با نوسانات رطوبت فصلی و نسبت مقدار آب و

خاک تغییر می‌کند. شوری ثانویه خاک نیز می‌تواند با تجمع نمک ناشی از صعود سفره‌های آبی که به دلیل نوع مدیریت خاک مثل آبیاری یا برداشتن درختان ایجاد می‌شود، در نزدیکی سطح خاک افزایش یابد. بنابراین، بخش بزرگی از شوری طبیعی و ثانویه در بیابان و مراتع بیوم و اکوسیستم‌های بدون درخت (که اغلب به‌عنوان مراتع استفاده می‌شود) رخ می‌دهد و تا حدودی با آب‌وهوای نیمه‌خشک، فصلی مناطق استوایی و زیر مناطق استوایی در ارتباط است (بویی<sup>۶</sup>، ۲۰۱۳).

شوری خاک از مشکلات مهم زیست‌محیطی است که گیاهان را به روش‌های مختلفی دچار مشکل می‌سازد (حسنی و امیدبیگی<sup>۷</sup>، ۲۰۰۲؛ نوری و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۱۲؛ ولک‌مار<sup>۹</sup> و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۸؛ فریفته<sup>۷</sup> و همکاران<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۶؛ عبدالله‌نژاد و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۴؛ آجرلو<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۷؛ دانگ<sup>۸</sup>، ۲۰۱۲). نحوه تأثیر تنش شوری بر گیاهان، به‌صورت کاهش عملکرد گیاه، و گاهی اوقات نابودی رستنی‌ها، گیاهان مرتعی و دارویی در جهان، خصوصاً مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌آید (بونرت و جنسن<sup>۹</sup>، ۱۹۹۶؛ منس و شایتمن<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۳؛ طبایی عقدایی<sup>۱۱</sup>، ۱۹۹۹؛ قاسمی فیروزآبادی<sup>۱۲</sup>، ۱۹۹۸؛ شریفی کاشان<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۰؛ حق‌نیا<sup>۱۴</sup>، ۱۹۹۲). با توجه به شرایط حساس و شکننده اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، تعیین سهم عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌ها و تنوع گونه‌ای، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (اجتهادی و همکاران<sup>۱۵</sup>، ۲۰۱۴).

تحقیقات بسیاری در زمینه تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در ایران و خارج از کشور انجام شده است؛ در این تحقیقات، از شاخص‌های تنوع به‌منظور بررسی توان اکولوژیکی اکوسیستم‌ها، مقایسه جوامع و تیپ‌های گیاهی و بررسی وضعیت پوشش گیاهی جوامع استفاده شده است (روانبخش و همکاران<sup>۱۶</sup>، ۲۰۰۷). واتسون و بایرن<sup>۱۱</sup> (۲۰۰۹) در بررسی فراوانی و تنوع گیاهان در مرداب سان‌فرانسیسکو، در طول گرادیان شوری به این نتیجه رسیدند که نحوه توزیع گیاهان و تنوع تحت‌تأثیر شوری قرار دارد. عبدالوهاب<sup>۱۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تنوع و

6. Volkmar  
7. Farifteh  
8. Dong  
9. Bohnert & Jensen  
10. Munns & Schachtman  
11. Watson & Byrne  
12. Abd El-Wahab

1. Austin & Van Niel  
2. Hughes  
3. Mueller & Ellenberg  
4. Bui  
5. United States Salinity Laboratory Staff

عوامل مورد بررسی بافت، رطوبت قابل دسترس و هدایت الکتریکی خاک بیشترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای دارند (نودهی، ۲۰۱۵؛ خلاصی اهوازی و همکاران، ۲۰۱۰؛ زارع چاهوکی و همکاران، ۲۰۰۸؛ فهیمی پور و همکاران، ۲۰۱۰).

بررسی اثر شوری بر روی گیاهان از جنبه‌های مختلف، توسط برخی از پژوهشگران مورد مطالعه قرار گرفته است (طبابی عقدایی، ۲۰۰۰ و ۱۹۹۹ و ۲۰۰۲؛ قاسمی فیروزآبادی، ۱۹۹۸؛ شریفی کاشان، ۲۰۰۰؛ هارگاو<sup>۹</sup> و همکاران، ۱۹۸۶؛ هافمن و راویلز<sup>۱۰</sup>، ۱۹۷۱؛ کارنوال و تورس<sup>۱۱</sup>، ۱۹۹۰؛ وایزل<sup>۱۲</sup>، ۱۹۸۲؛ سی‌وسه‌مرده و همکاران، ۱۹۹۸؛ منس، ۱۹۹۳؛ نئومان<sup>۱۳</sup>، ۱۹۹۷؛ یئو<sup>۱۴</sup>، ۱۹۹۸؛ خان<sup>۱۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۶) و به این نتیجه رسیدند که ارتباط زیادی بین خصوصیات خاک، به‌خصوص شوری و همچنین رقابت و رشد گیاهان با پراکنش جوامع گیاهی وجود دارد. تحقیقات انجام‌شده بیانگر آن است که در زمینه تأثیر شوری بر تنوع گیاهی در مناطق خشک و شور، مطالعه کافی صورت نگرفته است. در این راستا هدف از این تحقیق، بررسی اندازه‌گیری تغییرات تنوع گونه‌ای در طول گرادیان شوری است. از این رو، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تأثیر شوری بر تغییر تنوع گیاهی مناطق شورپسند اینچ‌برون انجام پذیرفته است. به‌منظور اندازه‌گیری تغییرات تنوع گونه‌ای از شاخص‌های تنوع شانون واینر، سیمپسون و شاخص تنوع بتای ویتاکر استفاده شده است.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه اینچ‌برون در مراتع قشلاقی استان گلستان، در فاصله ۶۰ کیلومتری شمال گرگان و ۴۵ کیلومتری شمال آق‌قلا واقع شده است. محدوده مورد مطالعه در دشت اینچ‌برون قرار دارد و در حول مختصات ۵۴ درجه ۳۰ دقیقه طول شرقی ۳۷ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. اینچ‌برون معرف مراتع شورروی (هالوفیت) استان گلستان با حداقل ارتفاع از سطح دریا ۳- است. گونه *Halocnemum*

پراکنش گونه‌های دارویی در شمال سینای مصر، با استفاده از تنوع بتا (شاخص ویلسون و شمیدا)، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ترکیب گیاهی بین زیستگاه‌های مختلف را نشان دادند. در این مطالعه مشخص شد که اصلی‌ترین فاکتور خاک مؤثر بر تنوع گیاهی شوری خاک بوده است. براساس تحقیقات هوپر<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) شوری تأثیرات زیادی بر تنوع گونه‌های شورروی در استرالیا به‌ویژه گونه‌های تیره اسفناجیان و اکالیپتوس داشته است. بلسکی<sup>۲</sup> (۱۹۹۰) در بررسی خود از مدل‌های محیط زیست دشت بی درخت در شرق آفریقا، توضیح می‌دهد که الگوی پوشش گیاهی، تحت تأثیر بارش، چرا، شوری و PH خاک است مدینسکی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰)، رابطه بین غنای گونه‌ای و خصوصیات خاک مانند نفوذپذیری، PH، شوری را در جنوب غربی آفریقا و نامیبیا بررسی کردند. نتایج نشان داد که تمامی خصوصیات خاک ذکرشده تأثیر مثبتی بر تنوع گونه‌ای داشتند. در اکوسیستم‌های ساحلی در جنوب اروپا (مولینا<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۳؛ روگل<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۱) و در اطراف دریای مدیترانه، در شمال آفریقا و شرق میانه (ال بنا<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۲؛ لو هوئیر<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۳؛ شلتوت<sup>۸</sup> و همکاران، ۱۹۹۷) نحوه توزیع گیاهان در تپه، تالاب و زیستگاه‌های آبی را با هدایت الکتریکی خاک مرتبط دانستند. شریفی و همکاران (۲۰۱۳)، در بررسی و مقایسه پوشش گیاهی حاشیه جاده با مراتع همجوار منطقه اینچ‌برون، از عوامل کاهش گونه‌های پایا در حاشیه جاده در مقایسه با مرتع مورد مطالعه را به تردد ماشین‌آلات راه‌سازی در کنار جاده و فشردگی خاک نسبت دادند که سبب افزایش تراکم و کاهش تخلخل خاک شده است. این مسئله نفوذپذیری خاک را در این ناحیه کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، شوری بالای منطقه نیز در کاهش نفوذپذیری و نیز رقابت بذور گیاهان یکساله در حاشیه جاده نقش دارد.

در بررسی رابطه بین تنوع گونه‌ای و عوامل محیطی (خاک و پستی و بلندی) محققان متعدد به این نتیجه رسیدند که از بین

1. Hopper
2. Belsky
3. Medinski
4. Molina
5. Rogel
6. El-Bana
7. Le Houerou
8. Shaltout

9. Haregawa
10. Haffman & Rawlins
11. Torres & Carnevale
12. Waisel
13. Neumann
14. Yao
15. Khan

در استوانه حاوی عصاره، میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها به دست آمد.

تنوع گیاهی آلفا از طریق محاسبه شاخص شانون و اینر در هر واحد نمونه برداری در طول گرادیان شوری- ارتفاعی با استفاده از رابطه (۱) به دست آمد. پس از حذف داده‌های پرت، در مجموع داده‌های ۸ واحد نمونه برداری مورد استفاده قرار گرفت. میزان شوری خاک EC در واحد دسی‌زیمنس بر متر در هر پلات، با استفاده از دستگاه EC متر در آزمایشگاه خاک اندازه‌گیری شد (جعفری فوتمی، ۲۰۱۲). برای محاسبه تنوع زیستی آلفا از شاخص شانون و اینر استفاده شد. در این شاخص، فرض شده است که افراد از یک جامعه بی‌نهایت بزرگ و به صورت تصادفی نمونه‌گیری شده‌اند. همچنین فرض شده است که تمام گونه‌های موجود در جامعه، در نمونه آمده‌اند.

این شاخص بر پایه نظریه عدم اطمینان بنا شده و نشان‌دهنده تخمینی از میانگین درجه عدم اطمینان، در پیشگویی تعلق یک فرد است که به طور تصادفی، از مجموعه‌ای با  $S$  گونه و  $N$  فرد انتخاب شده باشد و از فرمول زیر محاسبه می‌شود (اجتهادی و همکاران، ۲۰۱۴؛ شانون و اینر<sup>۱</sup>، ۱۹۴۹).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i) \quad (1)$$

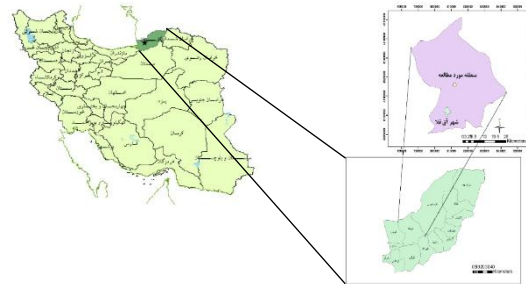
که در آن،  $p_i = \frac{n_i}{N}$  احتمال رویت گونه  $i$  که از طریق نسبت فراوانی گونه  $i$  ( $n_i$ ) به فراوانی کل گونه‌ها ( $N$ ) به دست می‌آید،  $S$  تعداد کل گونه‌ها و  $H'$  شاخص شانون- و اینر است.

شاخص تنوع سیمپسون بیانگر احتمال جمع‌آوری دو فرد به صورت تصادفی است که متعلق به گونه‌های متفاوت باشند. شاخص تنوع سیمپسون به شدت تحت تأثیر گونه‌های غالب در نمونه است و به غنای گونه‌ای حساسیت اندکی دارد. شاخص سیمپسون ( $1-D$ ) از صفر تا تقریباً یک  $(1 - 1/S)$  تغییر می‌کند و با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود (اجتهادی و همکاران، ۲۰۱۴؛ هارپر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۹).

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (2)$$

که در آن،  $1-D$  شاخص تنوع سیمپسون و  $P_i$  نسبت افراد

*strobilaceum* که تیپ غالب گیاهی منطقه را تشکیل می‌دهد، با پوشش مناسب و تولید بیش از ۷۰ درصد جمع کل تولید، نقش بسزایی در تأمین علوفه مورد نیاز در مراتع مذکور دارد (خطیر نامنی، ۲۰۰۶؛ حسینی، ۲۰۰۷). متوسط بارندگی و دمای سالانه در منطقه مورد مطالعه، ۲۰۵ میلی‌متر و ۱۷ درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه خشک معتدل است.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

## روش تحقیق

در منطقه مورد مطالعه، در جهت گرادیان ارتفاعی در طول یکی از تپه‌های دشت اینچه‌برون، اقدام به استقرار یک ترانسکت به طول حدود ۱۰۰۰ متر شد (طول ترانسکت تابعی از موانع طبیعی همانند دریاچه و جاده محدود می‌شد). در طول ترانسکت در فواصل ۱۰۰ متری، اقدام به استقرار واحدهای نمونه برداری (پلات) ۳×۳ متر شد. در داخل هر پلات، اسامی گونه‌های گیاهی یادداشت شد. سطح تاج پوشش هر گونه و تعداد پایه‌های آن‌ها در هر پلات برآورد شد. ارتفاع از سطح دریا در هر پلات با استفاده از موقعیت‌یاب مکانی GPS ثبت شد. همچنین به منظور اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک، نمونه خاک سطحی هر پلات تا عمق ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد و برای اندازه‌گیری میزان شوری خاک به آزمایشگاه متقل گردید. هدف از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی عصاره اشباع، اندازه‌گیری املاح محلول در آن است. مقدار عبور جریان الکتریکی نسبت مستقیم با مقدار یون‌های موجود در محیط دارد. لذا با عبور جریان الکتریکی از یک الکترولیت یا عصاره، می‌توان به میزان املاح در آن پی برد. برای اندازه‌گیری آن از دستگاه EC متر دیجیتالی استفاده شد و شوری خاک EC برحسب واحد دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (جعفری حقیقی، ۲۰۰۳). برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، ابتدا از تمام نمونه‌ها گل اشباع درست‌شده بعد از عصاره‌گیری با استفاده از دستگاه EC متر و قرار دادن آن

## نتایج

لیست فلورستیک منطقه براساس گونه‌های داخل پلات‌ها شامل ۸ خانواده، ۱۳ جنس و ۱۷ گونه است؛ از میان این خانواده‌ها، خانواده *Chenopodiaceae* با ۵ گونه، بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص داده است. گونه‌های مشاهده شده در پلات‌های نمونه برداری، در جدول (۱) آورده شده است. اطلاعات مربوط به فاصله پلات‌ها از ابتدا ترانسکت، ارتفاع پلات‌ها از سطح آب‌های آزاد، مقادیر شوری (هدایت الکتریکی) محاسبه شده از نمونه‌های خاک در هر پلات، مقادیر اختلاف شوری بین پلات اول و سایر پلات‌ها و مقادیر برآورد شده شاخص تنوع آلفای شانون واینر و شاخص تنوع آلفای سیمپسون بین زوج پلات‌های پی در پی به همراه مقادیر برآورد شده شاخص تنوع بتا ویتاکر ثبت شده بین پلات اول و سایر پلات‌ها در جدول (۲) آورده شده است. در جدول (۳)، خلاصه نتایج آماری آزمون همبستگی خطی بین کمیت‌های مستقل و وابسته این داده‌ها با استفاده از توابع رگرسیونی آورده شده است.

گونه نام در جامعه است. شاخص تنوع بتا بر مبنای ارزیابی تغییر گونه‌ها بین واحدهای نمونه برداری در طول گرادیان محیطی به دست می‌آید و با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود (ویلسی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰؛ ویتاکر<sup>۲</sup>، ۱۹۶۰).

$$\beta_w = \frac{S}{a} - 1 \quad (3)$$

که در آن،  $\beta_w$  شاخص تنوع بتا ویتاکر،  $S$  تعداد کل گونه‌های مشاهده شده در هر دو واحد نمونه‌گیری و  $a$  میانگین تعداد گونه‌های گزارش شده در دو واحد نمونه‌گیری است.

شاخص تنوع بتا بین واحد نمونه برداری ابتدای ترانسکت و همه واحدهای نمونه برداری در طول ترانسکت با استفاده از رابطه (۳) محاسبه شد. با استفاده از رابطه رگرسیونی بین مقادیر به دست آمده از اختلاف شوری بین واحدهای نمونه برداری، ارتفاع واحدها، شاخص تنوع آلفای شانون و سیمپسون و مقادیر بتا همبستگی بین متغیرهای ارتفاع و شوری و شاخص‌های تنوع آلفا و بتا مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول (۱): لیست فلورستیک گونه‌های مشاهده شده در پلات‌های نمونه برداری

نام فارسی	طول عمر	فرم رویشی	فرم حیاتی	خانواده	نام گونه‌ها
چمن پا گربه‌ای شور	P	بوته	Ch	Gramineae	<i>Aeluropus lagopoides</i>
علف موئین	A	گراس	Th	Gramineae	<i>Aira elegans</i> Wild
علف مورچه	A	فورب	Th	Covolvulaceae	<i>Cressa cretica</i>
سفید پا	A	فورب	Th	Compositae	<i>Filago arvensis</i> L.
شبنمی مودار	P	فورب	Ch	Frankeniaceae	<i>Frankenia hirsuta</i>
باتلاقی شور	P	بوته	Ch	Chenopodiaceae	<i>Halocnemum strobilaceum</i>
گل خورشیدی	P	فورب	Th	Compositae	<i>Lapsana communis</i> L.
دم روباهک	A	گراس	Th	Gramineae	<i>Lophocloa phleoides</i> Vill.
یونجه صغیر	A	فورب	He	Papilionaceae	<i>Medicago minima</i>
اسفند - اسپند	P	فورب	He	Zygophillaceae	<i>Peganum harmala</i> L.
بارهنگ پاکلاغی	A	فورب	Th	Plantaginaceae	<i>Plantago cronopus</i> L.
اسفرزه	A	فورب	Th	Plantaginaceae	<i>Plantago psyllum</i>
چمن پیازک‌دار	P	گراس	Ge	Gramineae	<i>Poa bulbosa</i> L.
شور خاردار	A	فورب	Th	Chenopodiaceae	<i>Salsola kali</i> L.
-	A	فورب	Th	Chenopodiaceae	<i>Salsola crassa</i>
شور بوته‌ای	P	بوته‌ای	Ch	Chenopodiaceae	<i>salsola dendroides</i>
شور	A	فورب	Th	Chenopodiaceae	<i>salsola turcomanica</i>

He: Hemicryptophytes, Th: Therophytes, Ch: Chamaephytes, Ge: Geophytes, F: Forb, Gr: Grass, Sh: Shrub, A: Annual, P: Perennia

1. Wilsey
2. Whittaker

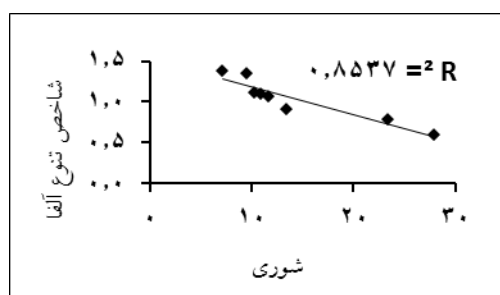
جدول (۲): خلاصه نتایج آزمون رگرسیون بین کمیت‌های مورد اندازه‌گیری و شاخص‌های تنوع گیاهی محاسبه شده

شماره پلات	فاصله (متر)	ارتفاع (m)	شوری EC (ds/m)	اختلاف شوری $\Delta EC$	تنوع آلفا شانون	شاخص سیمپسون	تنوع بتا پلات با n
۱	۰	۵-	۲۷/۸۶	-	۰/۶	۰/۶۶	-
۲	۱۰۰	۳-	۲۳/۳	۴/۵۶	۰/۷۹	۰/۶	۰/۱۴
۳	۲۰۰	۱-	۱۳/۴۰	۱۴/۴۶	۰/۹	۰/۷۱	۰/۲۵
۴	۳۰۰	۰	۱۰/۹۱	۱۶/۹۴	۱/۱۰	۰/۶	۰/۵
۵	۴۰۰	۲	۱۱/۶	۱۶/۲۶	۱/۱۰	۰/۶	۰/۵
۶	۵۰۰	۵/۵	۱۰/۲	۱۷/۶۶	۱/۱۱	۰/۶۶	۰/۳۳
۷	۶۰۰	۶	۹/۵	۱۸/۳۶	۱/۳۵	۰/۵۶	۰/۴
۸	۷۰۰	۸	۷/۱	۲۰/۷۶	۱/۳۹	۰/۵۱	۰/۶
بیشینه	۷۰۰	۸	۲۷/۸۶	۲۰/۷۶	۱/۳۹	۰/۷۱	۰/۳۳
کمینه	۰	۵-	۷/۱	۴/۵۶	۰/۶	۰/۶	۰/۱۴

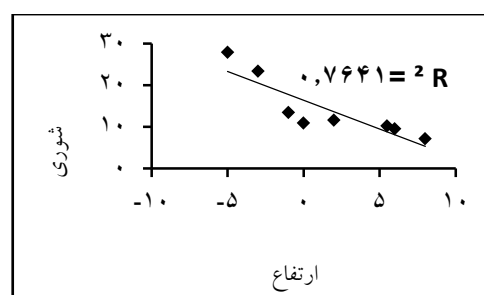
جدول (۳): مقادیر برآورد شده ضریب همبستگی بین متغیر شوری (هدایت الکتریکی EC) خاک و ارتفاع از سطح دریا در طول گرادیان شوری با شاخص‌های تنوع آلفا، سیمپسون و بتا. تنوع بتا بین اولین واحد نمونه‌برداری و سایر واحدهای نمونه‌برداری محاسبه شده است.

کمیت	ضریب همبستگی R	ضریب تبیین $R^2$	انحراف معیار S	تعداد مشاهدات N	ضریب معنی‌داری p	عرض از مبدأ $b_0$	شیب خط $b_1$
شوری و ارتفاع	۰/۸۷	۰/۷۶	۰/۷۲	۸	۰/۰۰۴**	۱۶/۳۹	-۱/۳۸
شوری و تنوع آلفا	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۰۹	۸	۰/۰۰۱**	۴۰/۶۲۶	-۲۵/۳۵۰
شوری و تنوع سیمپسون	۰/۳۸	۰/۱۵	۰/۰۱	۸	۰/۳۳	۰/۵۷	۰/۰۰۳
شوری و تنوع بتا	۰/۸۲	۰/۶۷	۰/۶۰	۷	۰/۰۲**	-۰/۰۰۰۴	۰/۰۲۵۰

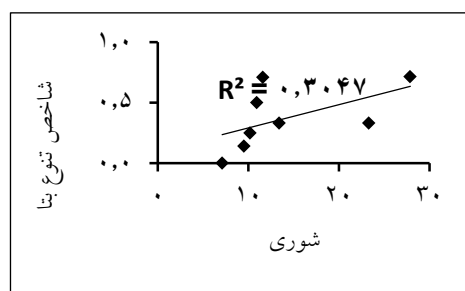
\*\* ضریب معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد



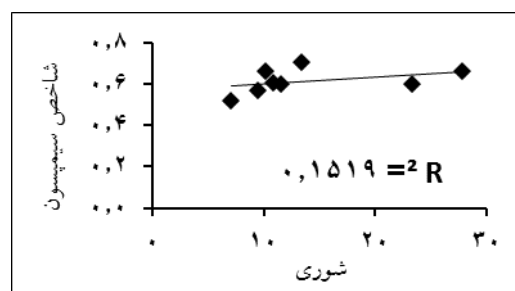
شکل (۲-ب): رابطه بین شوری و شاخص تنوع آلفا



شکل (۲-الف): رابطه بین شوری و ارتفاع



شکل (۲-ت): رابطه بین شوری و شاخص تنوع بتا



شکل (۲-پ): رابطه بین شوری و شاخص تنوع سیمپسون

سطح دریا (آب‌های آزاد) دارد. می‌توان به‌خوبی حدس زد که سطح زمین به سطح ایستایی سفره زیرزمینی نزدیک است و خاک شدیداً تحت‌تأثیر شوری آب زیرزمینی است. حداکثر ارتفاع در طول ترانسکت ۸ متر است. با مقایسه مقادیر شوری در طول شیب ارتفاعی می‌توان دید که با افزایش ارتفاع میزان شوری به‌شدت کاهش می‌یابد و از ۲۷/۸۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر به ۷/۱ میلی‌موس بر سانتی‌متر می‌رسد.

براساس نتایج مطالعات انجام‌شده حتی مقادیر پایین شوری خاک می‌تواند استرس‌های فیزیولوژیکی را از طریق اثر بر پتانسیل اسمزی، سمیت یونی (سدیم، کلسیم، و سایر یون‌ها با قابلیت سمی بودن)، فتوسنتز (کاهش اثرگذاری فتوسنتز در ارتباط با کاهش هدایت روزنه‌ها)، جذب مواد مغذی و همزیستی تثبیت نیتروژن به گیاه القا کند (فلاور<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰؛ همیلتون<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ پریدا و داس<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵).

حداکثر شاخص تنوع شانون ثبت‌شده از ۱/۵ (حداقل مقدار عددی معمول مقدار گزارش‌شده عدد شانون برای جوامع گیاهی در منابع علمی ۴/۵-۱/۵) کمتر است. تمایل این شاخص به مقادیر پایین‌تر نشان‌دهنده وضعیت ناپایدار منطقه از لحاظ تنوع بوده و با نزدیک شدن این شاخص به عدد صفر، تنوع به‌شدت کاهش می‌یابد. این امر به‌دلیل محدودیت شدید اکولوژیک در مناطق خشک و شور همانند دشت شور اینچ‌برون است. ضمن اینکه منطقه مورد مطالعه به‌شدت به‌دلیل تردد وسایل نقلیه و جابه‌جایی بیش از حد خاک سطحی، آشفته شده و پوشش گیاهی را شدیداً تحت‌تأثیر قرار داده است. این امر خود را در کاهش مقدار تنوع آلفا به‌خوبی نشان می‌دهد.

تغییر در تعداد گونه‌ها، داخل پلات‌ها بیش از تغییر در فراوانی نسبی گونه‌ها در داخل پلات‌هاست؛ از این‌رو به‌نظر می‌رسد عدم معنی‌داری شاخص تنوع سیمپسون بین پلات‌ها ناشی از حساسیت کم شاخص سیمپسون به تغییرات تعداد گونه باشد. همچنین همان‌طور که روتلج<sup>۴</sup> (۱۹۸۰) نشان داد، نمونه‌های کوچک (کمتر از ۳۰ پلات) به‌خصوص کمتر از ۱۰

با توجه به شکل (۲-الف)، رابطه بین ارتفاع و شوری خاک دیده می‌شود که با افزایش ارتفاع شوری کاهش می‌یابد. مقدار ضریب تبیین آن ( $R^2$ ) حدوداً برابر با ۰/۷۶ است. همان‌طور که نتایج جدول (۳) و شکل (۲-الف) خط برازش‌شده نشان می‌دهد، این رابطه قوی و در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. نتایج نشان می‌دهد با کمترین تغییر ارتفاع به‌ازای یک واحد تغییر، شوری به مقدار ۱/۳۸ واحد کاهش پیدا می‌کند. دامنه تغییرات میزان شوری از ۷/۱ تا ۲۷/۸۶ دسی‌سیمنز بر متر است. به‌عبارت دیگر، این معادله نشان می‌دهد که در نتیجه تغییر جزئی در توپوگرافی در مناطق خشک و شور، میزان شوری شدیداً تغییر می‌کند. شکل (۲-ب) رگسیون انجام‌شده بین دو متغیر شوری و شاخص تنوع آلفا را نشان می‌دهد. این رابطه در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. در این رابطه که مقدار ضریب تبیین آن ( $R^2$ ) برابر با حدوداً ۰/۹۲ است، همان‌طور که جدول (۳) و شکل (۲-ب) خط برازش‌شده نشان می‌دهد، با افزایش شوری تنوع گیاهی کاهش پیدا کرده است.

شکل (۲-پ) رگسیون انجام‌شده بین دو متغیر شوری و شاخص تنوع سیمپسون را نشان می‌دهد. این رابطه در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نیست. در این رابطه، که مقدار ضریب تبیین آن ( $R^2$ ) برابر است با ۰/۱۵ درصد، با توجه به نتایج جدول آنالیز واریانس ۳ و شکل (۲-پ) خط برازش‌شده نشان می‌دهد که بین شاخص تنوع سیمپسون و شوری، رابطه معنی‌دار وجود ندارد.

شکل (۲-ت) رگسیون انجام‌شده بین دو متغیر شوری و شاخص تنوع بتا را نشان می‌دهد. این رابطه در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است. در این رابطه که مقدار ضریب تبیین آن ( $R^2$ ) برابر است با حدوداً ۶۷ درصد، با توجه به نتایج جدول آنالیز واریانس (۳) و شکل (۲-ت) خط برازش‌شده نشان می‌دهد که با افزایش میزان شوری، شاخص تنوع بتا بین ابتدای ترانسکت و سایر واحدهای نمونه‌برداری در طول گرادیان شوری افزایش می‌یابد.

## بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در جدول (۲) دیده می‌شود، کمترین ارتفاع پلات‌ها ۵- متر است که نشان از پایین‌تر بودن محدوده مورد نظر از

1. Flowers
2. Hamilton
3. Parida & Das
4. Routledge

بتا ۰/۷۱ را نشان داد که از نظر تنوع بتا بیشترین میزان تغییرات در آخرین پلات دیده شد. این تأثیر را می‌توان با تغییر مقدار عددی تنوع بتا مشاهده کرد. نتایج جدول (۳) و شکل (۲-ت) به‌خوبی نشان می‌دهد که با افزایش میزان شوری مقدار عددی تنوع بتا ویتاگر نیز افزایش می‌یابد. این امر نشان می‌دهد شدت شوری نه تنها باعث کاهش غنای گونه‌ای می‌شود، بلکه باعث کاهش نسبت فراوانی گونه‌ها در واحدهای مورد اندازه‌گیری می‌گردد. همچنین شدت شوری به‌حدی قوی است که منجر به تغییر ترکیب گونه‌ای شده و با تغییر جزئی در میزان ارتفاع شوری خاک، به‌شدت تغییر یافته و در نتیجه آن، میزان شاخص تنوع بتا به‌شدت افزایش می‌یابد.

تنش‌های موجود به تنش شوری محدود نبوده، بلکه تغییرات سطحی خاک حاصل از عملیات مکانیکی خاک‌برداری، خاکریزی و تردد ماشین‌آلات و ادوات، فعالیت‌های انسانی و عمرانی، گودبرداری، تنوع توپوگرافی تغییرات پستی و بلندی و عوارض سطحی، به‌شدت سیمای گیاهی منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. از این رو نمی‌توان تنوع گیاهی را منحصراً تحت تأثیر شوری دانست. یافتن چنین ارتباطی تنها در جوامع طبیعی و دست‌نخورده قابل اندازه‌گیری و ارزیابی است.

شوری بیشترین تأثیر را بر روی تغییر تنوع گونه‌های گیاهی منطقه دارد. با افزایش بیشتر شوری، گونه‌های شورروی مانند *H. Strobilaceum* مستقر شده و میزان تنوع گونه‌ای آلفا به‌شدت کاهش یافته و مقدار شاخص یکنواختی بتا افزایش می‌یابد.

پلات باعث آریبی و برآورد پایین شاخص تنوع سیمپسون (1-D) می‌شود. از این رو انتخاب شاخص تنوع شانون بر شاخص سیمپسون اولویت دارد. این امر به دلیل آن است که تغییر در شوری در بین پلات‌ها منجر به ظهور گونه‌های جدید در پلات می‌شود. تغییر تعداد گونه‌ها در پلات‌ها منجر به افزایش عدد شاخص تنوع شانون می‌گردد. شاخص تنوع شانون برخلاف شاخص سیمپسون به فراوانی نسبی گونه‌ها (یکنواختی) کمتر حساس است. بدین جهت در منطقه مورد مطالعه و به‌نظر می‌رسد در اکثر موارد که تنوع گونه‌ای مهم‌تر از غالبیت گونه‌ها است، استفاده از شاخص تنوع شانون- واینر بر استفاده از شاخص تنوع سیمپسون ارجحیت دارد.

همچنین مقدار تنوع آلفا تابعی از (اندازه واحد نمونه) شدت نمونه‌برداری است. اگرچه با توجه به مقایسه بین تنوع واحدها، اندازه واحد نمونه‌برداری در تحقیق حاضر، اثری بر نتیجه به‌دست‌آمده ندارد، بر مقدار مطلق کمیت تنوع به‌دست‌آمده مؤثر است. علاوه بر آن، اردیبهشت ماه، انتهای فصل رویش گیاهی در منطقه مورد مطالعه است. در این تاریخ، اکثر گونه‌های یکساله که فلور مناطق شور را تشکیل می‌دهند، دیده نمی‌شوند و در محاسبه عدد تنوع نقشی ندارند. مقدار عددی تنوع آلفا تابعی از تعداد گونه و فراوانی گونه‌های مشاهده‌شده نسبت به یکدیگر است، در حالی که علاوه بر دو متغیر ذکر شده، می‌توان دید شوری بر تغییر ترکیب گیاهی (تنوع بتا) نیز اثر دارد. در تحقیق حاضر، تنوع بتا جهت تعیین تغییرات تنوع بین واحدهای نمونه‌برداری مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده حداکثر شاخص تغییرات تنوع

## منابع

1. Abd El-Wahab, R. H., Zaghloul, M.S., Kamel, W.M. and Abdel Raouf A.M., 2008. Diversity and distribution of medicinal plants in North Sinai, Egypt. *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 2 (7). pp. 157-171.
2. Abdolla-nezhad, A. and Shataei juibari, Sh., 2014. Evaluation the status of tree and shrub species diversity in the physiographic parameters, soil and vegetation (forest dynamics in Dr. Bahramnia plan). *Wood and Forestry Science and Technology Research magazine* 21 (2).
3. Ajorlo, M., 2007. Effects of distance from critical points on the soil and vegetation characteristics of rangelands, *Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi)*, 74,170-174. (In Persian).
4. Austin, M.P., Van Niel, K.P., 2011. Impact of landscape predictors on climate change modelling of species distributions: a case study with *Eucalyptus fastigata* in southern



- New South Wales, Australia. *Journal of Biogeography* 38, 9-19.
5. Belsky, A.J., 1990. Tree/grass ratios in East African savannas: a comparison of existing models. *Journal of Biogeography* 17, 483e489.
  6. Bohnert, H.J. and R.G. Jensen., 1996. Metabolic engineering for increased salt tolerance- the next step. *Aust. J. Plant Physiol* 23, 661-667.
  7. Bui, E.N., 2013. Soil salinity: A neglected factor in plant ecology and biogeography. *Journal of Arid Environments* 92, 14-25.
  8. Carneval, N.J., Torres, P.S., 1990. The relevance of physical factors on species distribution in inland salt marshes (Argentina), *Coenoses* 5(2): 113-120.
  9. Dong, S., Lassoie, J.P., Wen, L., Zhu, L., Li, X., Li, J. and Li, Y., 2012. Degradation of rangeland ecosystems in the developing world: tragedy of breaking coupled human-natural systems. *International Journal of Sustainable Society*, 4, 357-371.
  10. Ejtehadi, H., Sepehry, A., Akkafi, H.R., 2014. Methods of measuring biodiversity Pub. Ferdowsi University of Mashhad.
  11. El-Bana, M., Khedr, A.H., Van Hecke, P., Bogaert, J., 2002. Vegetation composition of a threatened hypersaline lake (Lake Bardawil), North Sinai. *Plant Ecology* 163, 63-75.
  12. Fahimipour, A., Zare, M. and Tavili, A., 2010. The relationship between some key range of species to environmental factors (Case study: Rangelands Taleghan). *Journal of pasture* 4(1): 2-32.
  13. Farifteh, J., A.Farshad, and R.J George., 2006. Assessing salt-affected soils using remote sensing, solute modeling, and geophysics. *Geoderma*, Volume 30, 3-4, 191-206.
  14. Flowers, T.J., Galal, H.K., Bromham, L., 2010. Evolution of halophytes: multiple origins of salt tolerance in land plants. *Functional Plant Biology* 37, 604-612.
  15. Ghasemi-firoozabadi, A., 1998. Resistance to drought and salinity in two range species *Aeluropus Puccinella distance littoralis*. Range Management Master's thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
  16. Haghnia, Gh. H., 1992. Guide plants to salinity tolerance. Press SID, Mashhad University.
  17. Hamilton, E.W., McNaughton, S.J., Coleman, S.J., 2001. Molecular, physiological, and growth responses to sodium stress in C4 grasses from a soil salinity gradient in the Serengeti ecosystem. *American Journal of Botany* 88, 1258-1265.
  18. Haregawa, P.M., R.A. Bressan and A.K. Anda 1986. Cellular mechanism of salinity tolerance *Hart. Sci. Vol.* 21 (6).
  19. Harper D. A. T., 1999. *Numerical Palaeobiology: Computer-based Modelling and Analysis of Fossils and their Distributions.* John Wiley & Sons. 478 pages.
  20. Hasani, A, and R. Omidbeige., 2002. Effects of water stress on some morphological, physiological and metabolic of basil plant. *Agricultural Science* 12(3): 47-59.
  21. Hoffman, G.J., and Rawlins, S.I., 1971. Growth and water potential of root crop as influenced by salinity and humidity. *Agron. J.* Vol. 63, 877-885
  22. Hopper, S.D., 2009. OCBIL theory: towards an integrated understanding of the evolution, ecology and conservation of biodiversity on old, climatically buffered, infertile landscapes. *Plant and Soil* 322 (1): 49-86.
  23. Hoseini, S.A.H., 2007. The report of determination of country pasture forage harvesting plan (Incheboron). Agriculture and Natural Resources Research Center of Golestan province. 120 p.
  24. Hughes, L., 2003. Climate change and Australia: trends, projections and impacts. *Austral Ecology* 28, 423-443.
  25. Jafari fotmi, A., 2012. Mechanical and biological impacts of the reform on pasture soil (Case study: Plain Kalpoosh, North Khorasan). Pp: 28.
  26. Jafari haghghi, M., 2003. Soil-sampling and analysis techniques with emphasis on the important physical and chemical principles, theory and application, Press Nedaye zehi. 236 p.
  27. Khalasi-Ahwazi, L., Zare-Chahooki, M. and Azarnivand, H., 2010. Assessment of changes in species diversity ranges Semnan East in relation to environmental factors. *Journal of Range* 4(4): 552-563.
  28. Khan, M.A., Ungar, I.A., 1996. Germination response of the subtropical annual halophyte *Zygophyllum simplex* *Seed Sci and Technol.* 25, 83-91.
  29. Khatirnamni, J., 2006. The final report of the research project examining the impact of natural pastures grazed on the status and trends in Gorgan and Gonbad. Agriculture and Natural Resources Research Center of

- Golestan province. 70 pp.
30. Le Houerou, H.N., 2003. Bioclimatology and phytogeography of the Red Sea and Aden Gulf Basins: a monograph (with a particular reference to the highland evergreen sclerophylls and lowland halophytes). *Arid Land Research and Management* 17, 177-256.
  31. Medinski, T.V., Mills, A.J., Esler, K.J., Schmiedel, U. and Jurgens, N. 2010. Do soil properties constrain species richness? Insights from boundary line analysis across several biomes in south western Africa. *Journal of Arid Environments* 74: 1052-1060.
  32. Molina, J.A., Casermeiro, M.A., Moreno, P.S., 2003. Vegetation composition and soil salinity in a Spanish Mediterranean coastal ecosystem. *Phytocoenologia* 33, 475-494.
  33. Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H., 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons.
  34. Munns, R. and Schachtman, D.P., 1993. Plant responses to salinity: Significance in relation to time. *Int. Crop Sci.* 1, 741-745.
  35. Neumann, P. 1997. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant Cell Environ.* 20, 1193-1198.
  36. Nodehi, N., Akbarlou, M. Sepehry, A., Vahid, H., 2015. Investigation of Stability and Relationships between Species Diversity Indices and Topographical Factors (Case Study: Ghorkhud Mountainous Rangeland, Northern Khorasan Province, Iran). *Journal of Rangeland Science* 5 (3):192-201.
  37. Noori, K., Omid, H., Naghdibadi, H., Torabi, H. and Fotookian, M.H., 2012. Water and soil salinity on flower yield, soluble compounds containing elements of salinity and quality of essential oil of chamomile Shirazi (*Matricaria recutita* L.). *Water research in agriculture* 26(4): 368-378.
  38. Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60, 324-349.
  39. Ravanbakhsh, M., Ejtehadi, H., Pourbabaei, H. and Gharshialhoseini, J., 2007. Gisoum (Talesh) reserve forest plant species diversity in Gilan province. *Journal of Biology* 20(3): 218-229.
  40. Rogel, J.A., Silla, R.O., Ariza, F.A., 2001. Edaphic characterization and soil ionic composition influencing plant zonation in a semi-arid Mediterranean salt marsh. *Geoderma* 99: 81-98.
  41. Routledge, R., D., 1980. Bias in estimating the diversity of large, uncensused communities. *Ecology* 61: 276-281.
  42. Shaltout, K.H., El-Halawany, E.F., El-Garawany, M.M., 1997. Coastal lowland vegetation of eastern Saudi Arabia. *Biodiversity and Conservation* 6: 1027-1044.
  43. Shannon, C.E., Wiener, W., 1949. *The mathematical theory of communication*, University of Illinois press 35 pp.
  44. Sharifi, A., Sepehry, A., Barani, H., 2013. Investigation biodiversity of vegetation species in roadside (case study): Incheh-broun (Golestan Province). *International Journal of Agronomy and Plant Production* 4 (5): 856-862.
  45. Sharifi-Kashan, M.M., 2000. The effects of salinity and drought stress on three species *Panicum antidotale*, *Avena barbata*, *Agropyron intermedium*. Range Management Master's thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
  46. Siosemarde, A., and Poostini, K., 1998. Effects of salinity on plant tissues ion content changes in different stages of growth of three wheat cultivars. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Tehran University.
  47. Tabaei-Oghdai, S.R., 1999. Study of resistance to environmental stresses in some pasture grasses. *Journal of Research and Development*, Vol: 40, 41, and 42, 41-45.
  48. Tabaei-Oghdai, S.R., 2000. Gene expression in response to environmental stresses in three species of perennial grasses. *Journal of Research and Development* 49, 44-47.
  49. Tabaei-Oghdai, S.R., 2002. Using reverse transcriptase polymerase chain reaction amplification and detection in salinity stress inducible genes of *Agropyron elengatum*. *Journal of Research and Development* 54 (15): 1, 50-55.
  50. United States Salinity Laboratory Staff, 1969. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. Agriculture Handbook No. 60, Rev. ed. United States Department of Agriculture, Washington, DC.
  51. Volkmar, K.M., Y. Hu and H. Steppuhn., 1998. Physiological responses of plants to salinity: A review. *Can. J. Plant Sci.* 78, 19-27.
  52. Waisel, Y., 1982. *Biology of halophytes*. New York, London: Academic press.
  53. Watson, E.B., Byrne, R., 2009. Abundance and diversity of tidal marsh plants along the salinity gradient of the San Francisco Estuary:

- implications for global change ecology. *Plant Ecol*, 205, 113–128.
54. Whittaker, R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30, 279–338.
55. Wilsey, B.J., 2010. An empirical comparison of beta diversity indices in establishing prairies. *Ecology* 91, 1984–1988.
56. Yao, A.R. 1998. Molecular biology of salt tolerance in the context of whole plant physiology. *J. Exp. Bot.* 49: 915-929.
57. Zare Chahouki, M.A., Jafari, M., Azarnivand, H., 2008. Relationship between species diversity and environmental factors in the Poshtkouh Rangeland Vegetative of Yazd Province. *Iranian Journal of Natural Resources* 78, 191-199.

## Assessing changes in plant species diversity along the salinity gradient (Case study: Incheh Borun rangelands)

Atefeh Salami<sup>1\*</sup>, Adel Sepehry<sup>2</sup>, Mousa Akbarlou<sup>3</sup>

Received: 17/5/2016

Accepted: 14/1/2017

### Abstract

Salinity is one of the environmental parameters that its impact on plant species diversity requires further studies. In this research, change of plant diversity was studied along a salinity gradient that was resulted from proximity of water table to the land surface in Incheh Borun plain due to the altitudinal change in northern part of Aq-Qala city. A transect with the length of 1 km was laid out along one of the hills in the region. Sampling units (plots) with the size of 3×3 m were established at 100 meters intervals along the transect. A floristic list was compiled and plants canopy cover was estimated in each sampling unit in the direction of dominant altitudinal gradient. Shannon-Wiener and Simpson indexes were calculated by using of PAST software.  $\beta$ -diversity was calculated between the sampling units using the Whittaker index. The relationship of salinity changes between sampling units along the altitudinal gradient and Alfa diversity, Simpson and  $\beta$ -diversity was studied using the linear regression. Results showed that there are significant relationships between the altitude, soil salinity and plant diversity indices. Soil salinity increases by decrease of altitude and the biodiversity decreases by increasing of soil salinity. These changes occur due to increasing of salinity.

**Keywords:**  $\beta$ -diversity, Incheh Borun rangelands, salinity stress, Shannon diversity index, species composition, topography.

1. M.Sc. student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Email: atefhsalami23@gmail.com

2. Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3. Associated professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources