

انتخاب مناسب‌ترین مدل پیش‌بینی زیتوده گیاهی با استفاده از شاخص تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه (CWM)

• علی گهرنژاد

دانشگاه شهرکرد (نویسنده مسئول)

• پژمان طهماسبی

دانشگاه شهرکرد

• اسماعیل اسدی

دانشگاه شهرکرد

• جواد معتمدی

دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۹۳ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۹۴

Email: goharnejad.a@gmail.com

چکیده

در این پژوهش پس از انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری، ابتدا غنای گونه‌ای و شاخص تنوع عملکرد هر یک از ویژگی‌های گیاهی (قابلیت یا عدم قابلیت تثبیت ازت، شاخص سطح برگ (LAI)، ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰۰ دانه، طول برگ، طول دوره گلدهی و شاخص‌های کیفیت علوفه) در ۵۴ واحدهای نمونه‌برداری محاسبه شد و بر این اساس سه فرض؛ وجود رابطه نزدیک بین غنای گونه‌ای با زیتوده گیاهی، وجود رابطه نزدیک بین تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه با زیتوده گیاهی و توجه درصد قابل توجهی از تغییرات زیتوده گیاهی توسط پارامترهای محیطی و ویژگی‌های گیاهی، مورد آزمون قرار گرفت و در نهایت اقدام به ساخت مدل‌های فرضی بر آورد زیتوده گیاهی گردید. نتایج نشان داد که غنای گونه‌ای با مقدار ضریب تبیین برابر ۰/۰۳، شاخصی مناسب جهت پیش‌بینی زیتوده گیاهی به حساب نمی‌آید. از طرفی دیگر، ارزش ضریب تبیین شاخص تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه با زیتوده گیاهی واحدهای نمونه‌برداری، در حدود ۰/۵۳ شامل ویژگی‌های شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه و طول برگ بر آورد گردید که به سبب توجه درصد قابل توجهی از تغییرات زیتوده گیاهی، می‌تواند شاخص نسبتاً مناسب در بر آورد زیتوده گیاهی به حساب آید و از بین عوامل اداپیک، پارامترهای نیتروژن و پتاسیم حدود ۳۲ درصد از تغییرات و از عوامل اقلیمی پارامترهای بارش و درجه حرارت حدود ۳۵ درصد از تغییرات تنوع عملکرد زیتوده گیاهی را توجیه می‌کنند. نتایج حاصل از صحت‌سنجی مدل تلفیقی فاکتورهای غیرزنده، ویژگی‌ها گیاهی و تنوع عملکردی میانگین وزنی جامعه، شامل متغیرهای بارش، طول برگ، درجه حرارت و کیفیت علوفه با مقادیر $R^2 = 0/63$ و $RMSE = 7/53$ و با توجه بیش از ۷۶ درصد تغییرات زیتوده گیاهی، در سطح معنی‌داری یک درصد ($0/01 > Sig$) می‌تواند به‌عنوان مدلی مناسب در پیش‌بینی زیتوده گیاهی به‌شمار آید..

کلمات کلیدی: تنوع عملکرد، زیتوده گیاهی، فاکتورهای محیطی، شاخص CWM، زاگرس مرکزی

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 109 pp: 48-61

Select the best predict biomass production model by using of CWM Functional Diversity

By: A. Goharnejad: Shahrekord University. (Corresponding Author. P. Tahmasebi: Shahrekord University. E. Asadi: Shahrekord University. J. motamedi: Shahrekord University.

Functional diversity is an emerging concept which summarizes key properties of ecosystems of special interest in global climate change studies and in the evaluation of the effects of land management in the preservation of ecosystem services. Functional diversity may be linked directly to the ecosystem services; The Plant biomass encompasses many ecosystem services such as food supply, conservation, tourism pollination. In this study, we tested several hypothesis (1) existence of a close relationship between species richness and plant biomass (2) existence of a close relationship between CWM Functional Diversity index and plant biomass (3) Explain the high percentage of plant biomass variations. The results showed that the species richness in order to predict the plant biomass with a correlation coefficient equal to 3 not count as a proper indicator. But, the correlation coefficient CWM Functional Diversity with plant biomass was about 0.53, which is relatively good indicator to estimate the plant biomass because explained a significant percentage of the biomass variations.. Finally, can be seen that the incorporation of Abiotic factors, plant traits and functional diversity (CWM) that contains the parameters of rainfall, leaf length, temperature, CWM- Height, CWM- Long Leaf and CWM-ME are more up 76 percent of plant biomass variations and considered as the most appropriate model predicts plant biomass.

Keywords: Functional Diversity, Plant Biomass, Environmental Factors, CWM Index, Central Zagros.

که به صورت نسبتاً ساده، ارزان و استاندارد اجرا می‌شود و امکان مقایسه جوامع و ویژگی‌های آن‌ها را فراهم می‌سازد (Sasani et al. 2009). ویژگی‌های عملکردی به صورت ارزش ویژگی‌های افراد گونه‌ها در جامعه بیان می‌شود (Diaz et al. 2007). تنوع عملکرد گیاهی به عنوان ارزش ویژگی‌های گیاهی نسبت به عملکرد موجودات زنده در یک جامعه تعریف می‌گردد (Diaz et al. 2007). ضمن اینکه خدمات اکوسیستمی، به ویژگی‌های اکوسیستمی وابسته بوده که به نوبه خود توسط عملکردها و فرآیندهای اکوسیستمی تعیین می‌شوند (Diaz et al. 2007). از بین پارامترهای محیطی و ویژگی‌های گیاهی، ترکیب سه عامل ویژگی‌های خاکی، ارزش ویژگی‌های گونه‌های غالب و تنوع عملکردی ویژگی‌ها، به عنوان بهترین حالت در نشان دادن مقدار اختلاف زیتوده در اکوسیستم‌های طبیعی بشمار می‌آید (Schumacher and Roscher. 2009). در این راستا، Hu و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی اهمیت رابطه تنوع- زیتوده در عملکرد تنوع گونه‌ای و اکوسیستم در مناطق جلگه‌ای کوه‌های تیانشان چین پرداختند و بیان کردند که رابطه معنیداری بین رطوبت هوا، رطوبت، نیتروژن و اسیدیت خاکی در پراکنش و ترکیب اجزای گیاهی در جوامع گیاهی وجود دارد. همچنین رابطه معنی‌داری بین رطوبت و اسیدیت خاکی و رطوبت و درجه حرارت هوا با غنای گونه‌ای و زیتوده گیاهی در منطقه به دست آمد. Flynn و همکاران (۲۰۱۱)، تأثیر تنوع عملکردی در تولید زیتوده گیاهی را در ۲۹ گراسلند مورد

مقدمه

حضور و پراکنش جوامع گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی، تصابا توجه به مشکلات اندازه‌گیری زیتوده گیاهی در سطوح وسیع و اهمیت این پارامتر برای استفاده بهینه از مراتع و برنامه‌ریزی مدیریت از منابع و جلوگیری از فرسایش خاک و به منظور داشتن تولید پایدار و همچنین تعیین و محاسبه وضعیت و ظرفیت چرای مرتع، می‌تواند با پیش‌بینی زیتوده گیاهی به بررسی تغییرات و ارزش‌های عملکرد اکوسیستمی پرداخت و به حالت ساده و ارزان و تنها با بکارگیری تعداد اندکی از پارامترهای محیطی و ویژگی‌های گیاهی، درصد قابل توجهی از تغییرات زیتوده گیاهی را پیش‌بینی کرد.

برخی از مطالعات از قبیل (Schumacher and Roscher. 2009, Mouillot et al. 2005, Hooper et al. 2009, Roscher) بر عدم وجود رابطه معنی‌دار غنای گونه‌ای با زیتوده گیاهی تأکید دارند. در تنوع عملکرد برخلاف تنوع گونه‌ای که تنها در ارتباط با فراوانی گونه‌ای می‌باشد، به جنبه‌های مختلف تنوع عملکرد در ترکیبات زیستی و نقش جمعیت‌ها در جامعه توجه می‌گردد. تنوع عملکرد به طور مستقیمی در ارتباط با خدمات اکوسیستم می‌باشد که تولید گیاهی بسیاری از خدمات اکوسیستمی از قبیل تامین غذا، حفاظت، و گرده افشانی را شامل می‌گردد. عملکرد اکولوژیکی بر اساس اصول و ابزار ایجاد ارتباط بین مشخصات جوامع، عملکردها و خدمات اکوسیستمی بنا شده است (Lavorel et al. 2007). این روش عملکردی، روشی فراتر از تجزیه و تحلیل‌های توصیفی می‌باشد

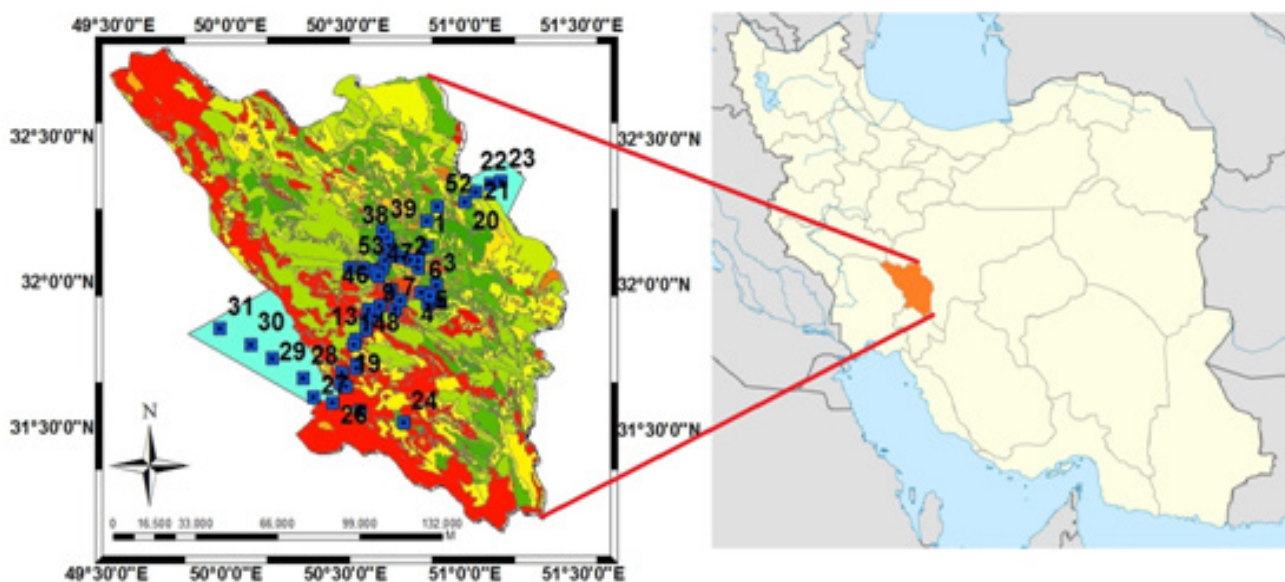
اکوسیستمی نمی‌باشند (Schumacher and Roscher, 2009. Hooper et al, 2005). بر همین اساس پژوهش حاضر با هدف تعیین روش‌های جدیدتر تنوع که مبتنی بر ویژگی‌های گیاهی است و همچنین تعیین تنوع عملکرد مبتنی بر خدمات اکوسیستمی زیتوده گیاهی بر مبنای ویژگی‌های گیاهی در طول تغییرات ارتفاعی، در منطقه زاگرس مرکزی انجام شد. به طوری که پس از تعیین تنوع عملکرد و غنای گونه‌ای و آزمون این شاخص با مقادیر زیتوده گیاهی، به ساخت چندین مدل فرضی بر اساس تلفیق گروه‌هایی از متغیرهای پیش‌بینی کننده شامل متغیرهای اقلیمی، ادافیکی، توپوگرافیکی، انسانی و ویژگی‌های گیاهی پرداخته شد و سپس مناسب‌ترین مدل پیش‌بینی زیتوده گیاهی بر مبنای مقدار درصد توجیه تغییرات زیتوده گیاهی و با استفاده از ویژگی‌های عملکردی (عوامل زنده) و ویژگی‌های محیطی (عوامل غیرزنده) به دست آمد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (شکل ۱) در استان چهارمحال و بختیاری و در موقعیت جغرافیایی $51^{\circ}13'$ تا $50^{\circ}26'$ طول شرقی و $31^{\circ}31'$ تا $32^{\circ}18'$ عرض شمالی واقع شده است. مساحت کل منطقه مورد بررسی حدود 3500 کیلومتر مربع می‌باشد. حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا، 3900 متر و حداقل ارتفاع 700 متر می‌باشد. پربارش‌ترین بخش استان، ارتفاعات غرب با متوسط بارش سالانه 1600 میلی‌متر و کم‌بارش‌ترین ناحیه، نواحی شرقی و شمال شرقی با متوسط بارش سالانه 250 تا 300 میلی‌متر می‌باشد. منطقه مورد مطالعه به لحاظ وسعت و بر مبنای طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، دارای اقلیم‌های نیمه‌خشک، نیمه‌مرطوب سرد و نیمه‌مرطوب گرم می‌باشد.

بررسی قرار دادند. در این مطالعه از اطلاعات تکاملی و ویژگی‌های عملکردی گیاهی استفاده شد. نتایج ۵ ویژگی عملکردی شامل درصد نیتروژن برگ، ارتفاع گیاه، ارتفاع ریشه گیاه، شاخص سطح برگ و قابلیت تثبیت نیتروژن گیاهی با زیتوده گیاهی نشان داد که رابطه قابل توجهی بین این ویژگی‌های عملکردی و زیتوده گیاهی وجود دارد. Chanteloup and Bonis (2013)، به بررسی تاثیرات ویژگی‌های عملکردی تولید شامل ویژگی‌های محتوای ماده خشک برگ، محتوای کربن برگ، محتوای نیتروژن برگ، تراکم ریشه، طول ریشه با اندازه قطر بزرگتر از 0.1 میلی‌متر، ارتفاع پوشش در مرحله تولید، سطح مخصوص برگ و سطح مخصوص ریشه، در گراسلندهای مناطق سواحل آتلانتیک کشور فرانسه پرداختند. و به این نتیجه رسیدند که مدل تلفیقی از ارزش ویژگی‌های عملکردی دو شاخص مربع آن‌تروپی و میانگین وزنی جامعه، بیشترین درصد تغییرات واریانس تولید گیاهی را توجیه می‌کند. همچنین، نشان دادند که رابطه معنی داری بین غنای گونه‌ای با تولید گیاهی وجود ندارد. Schumacher and Roscher (2012) به تعیین بهترین مدل رابطه‌ی تنوع تولید با استفاده از ویژگی‌های عملکردی پرداختند. نتایج نشان داد که مشخصات عملکردی گونه‌های غالب در تعیین تنوع عملکرد فرآیند‌های اکوسیستمی ضروری بوده و شاخص‌های مبتنی بر یک ویژگی قادر به توجیه درصد قابل توجهی از تغییرات تولید گیاهی نسبت به شاخص‌های مبتنی بر چند ویژگی می‌باشند. شاخص‌های مبتنی بر یک ویژگی به علت مستقل بودن ویژگی‌های عملکردی از یکدیگر، دارای بیشترین ارتباط با تولید علوفه و کربن خاک در طول تغییرات محیطی مختلف هستند (Bradley et al, 2013). روش‌های کلاسیک تنوع گونه‌ای که مبتنی بر تعداد گونه‌ها می‌باشند، به خوبی قادر به نشان دادن تغییرات بر اساس خدمات



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی، رویشگاه‌ها و مناطق نمونه‌برداری

ارائه شده است. پوشش گیاهی غالب مکان‌های مورد بررسی، درختان بلوط با زیر آشکوب گیاهان مرتعی می‌باشد که به‌عنوان مراتع مشجر تلقی و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. زمان بهره‌برداری، از اواخر خردادماه و بعد از ورود عشایر از استان خوزستان، آغاز می‌گردد.

منطقه مورد بررسی، بر اساس نقشه‌های طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (Jangjo et al, 2013)، دارای ۱۰ تیپ گیاهی (جدول ۱) عمده و معرف مناطق رویشی نیمه استپی می‌باشد که گونه‌های همراه هر یک از تیپ‌های در جدول ۱

جدول ۱- نام تیپ‌های گیاهی و گونه‌های همراه هر یک از تیپ‌های گیاهی در استان چهارمحال و بختیاری

تیپ گیاهی	گونه‌های همراه
Astragalus brachystachys-Cousinia bakhtiarika	Cynodon dactylon, Bromus tomentellus, Medicago sativa, Ferula ovina, Gundelia tarnifurti
Astragalus adseendens- Anabasis aphylla	Achillea milefulium, Bromus tectorum, Festuca arundinacea, Cirsium bracteosum
Astragalus adseendens - Cirsium bracteosum	Eryngium ovina, Vicia angustifolia, Festuca ovina, Secale montanum, Ferula ovina,
Astragalus adseendens-Daphne macronuta	Cousinia bakhtiarika, Noaea macronata, Echinophora platyloba, Bromus tectorum
Astragalus adseendens-Eryngium billardieri	Boisseria squarrossa, Hordeum bulbosa, Echinophora platyloba, Centaurea persica
Astragalus brachystachys-Eryngium billardieri	Aegilops cylindrica, Picnomon acarna, Carthamus flaversen, Bromus tomentlus-Agropyron intermedium, Carthamus flaversens
Astragalus brachystachys- Acanthlimon seabrellum	Glycirhiza glabra, Bromus strilis, Lactuca orientalis, Cynodon dactylon,
Astragalus adseendens	Avena fatua, Hordeum bulbosa, Carthamus flaversens, Cardaria draba,
Astragalus adseendens- Bromus tomentollus	Boisseria squarrossa, Scariola orientalis, Cousinia bakhtiarika, Saponaria vaccaria
Astragalus brachystachys- Scariola orientalis	Achillea milefulium, Aegilops cylindrical, Lolium persicum, Cirsium hydrophilum

روش نمونه‌برداری

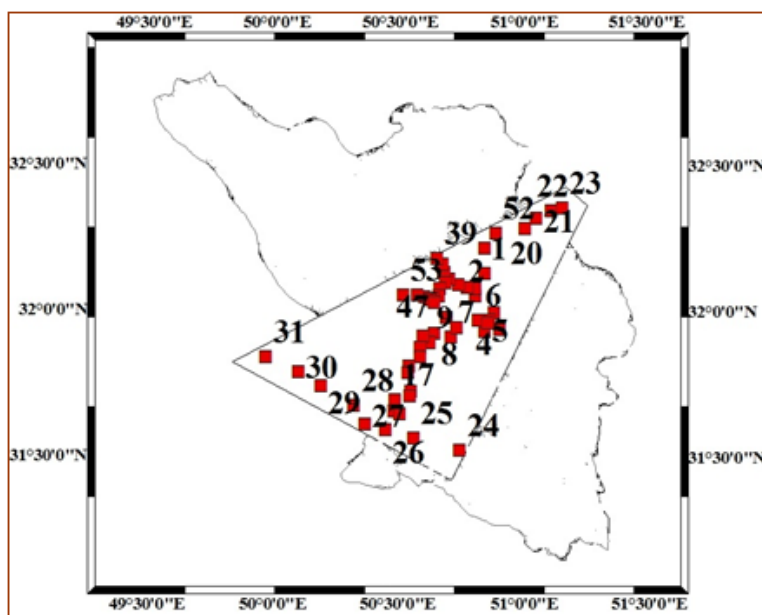
در این مطالعه از ۵۴ مکان مرتعی (شکل ۲) استان چهارمحال بختیاری در طول گرادیانت ارتفاعی و آب و هوایی زاگرس مرکزی از منطقه شهرکرد تا منطقه ایذه که در سطح تیپ‌های گیاهی منطقه (جدول ۱) پراکنش دارند، نمونه‌برداری گردید.

با توجه به تراکم پوشش گیاهی و بر مبنای دستورالعمل طرح ملی ارزیابی مراتع مناطق مختلف آب و هوایی (Arzani, 1998) و اینکه مراتع مورد بررسی، معمولاً به‌عنوان مراتع مشجر تلقی می‌گردند، نمونه‌برداری از پوشش گیاهان مرتعی زیر آشکوب در هر مکان مرتعی، بر مبنای پروتکل پیشنهادی Garnier و همکاران (۲۰۰۱) و Cornelissen و همکاران (۲۰۰۳)، در داخل پنج پلات چهار مترمربعی (۲×۲ متری) که در چهار گوش و مرکز پلات‌های ۳۰×۳۰ متری مستقر شده بودند، انجام شد. در مجموع، ۲۷۰ پلات چهار متر مربعی به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های گونه‌های گیاهی و تولید آن‌ها، در ۵۴ مکان مرتعی، در منطقه مورد بررسی بکار برده شد. همچنین به منظور مطالعه عوامل خاکی، یک نمونه خاک از مرکز پلات‌های ۳۰×۳۰ متری در افق سطحی خاک (۳۰-۰ سانتی‌متر) برداشت شد.

روش تحقیق

در این پژوهش به‌منظور انتخاب مکان‌های نمونه‌برداری، پس از مشخص کردن ۱۰ تیپ گیاهی (Jangjo et al, 2013) (جدول ۱) اقدام به تعیین نقشه واحدهای همگن منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ (تلفیق سه نقشه شیب، جهت و ارتفاع) به‌منظور پراکنش بهتر نمونه‌برداری‌ها گردید، سپس نمونه‌برداری در داخل واحدهای همگن هر یک از تیپ‌های گیاهی انجام شد.

پس از انتخاب ۵۴ مکان نمونه‌برداری، ابتدا غنای گونه‌ای و شاخص تنوع عملکرد هر یک از ویژگی‌های گیاهی در واحدهای نمونه‌برداری محاسبه شد و روابط رگرسیونی بین مقادیر شاخص‌های مذکور با زیتوده گیاهی بر مبنای ضریب تبیین مورد آزمون قرار گرفت و شاخص مناسب جهت برآورد زیتوده گیاهی در مکان‌های نمونه‌برداری مشخص گردید. در گام بعد به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین مدل پیش‌بینی زیتوده گیاهی، مقادیر ویژگی‌های گیاهی (زنده، عوامل محیطی (غیرزنده) و مقادیر شاخص تنوع عملکرد هر یک از ویژگی‌های گیاهی واحدهای نمونه‌برداری مورد بررسی در یک ماتریس ۴۰ × ۲۷۰ ارائه شد و بر مبنای آن‌ها، اقدام به ساخت مدل‌های فرضی برآورد بایوماس گیاهی در مکان مورد بررسی گردید و بر مبنای میزان درصد توجیه تغییرات واریانس مدل‌های فرضی، بهترین مدل مبتنی بر عوامل زنده، غیرزنده و تنوع عملکرد انتخاب شد.



جدول ۲- نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیوگرافی و پوشش گیاهی در ۳ تپ منطقه آریز

(Mazandarani ;1384 ,Faqid ;1386 ,Taghavizad ;1383 ,Jangju ;2013 ,Jamshidi ;2011 ;<http://www.orchidsflora.com/medicinalherbsseed.html>); Niroumand (1390), استخراج شد. مقادیر پروتئین خام (CP)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، هضم پذیری ماده خشک (DMD) و انرژی متابولیسمی (ME) تعدادی از گونه‌ها در مرحله گلدهی، نیز از منابع مرتبط به‌شرط مشابه بودن وضعیت اقلیمی هر دو منطقه، استخراج گردید (Arzani, 2006; Raoofi, 2013; Garibvand, 2008; Arzani, 2014; Motamedi, 2013; Arzani, 2010) و مقادیر شاخص‌های کیفیت علوفه ۲۶ گونه دیگر نیز طبق دستورالعمل (AoAc) (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد.

درصد پروتئین خام از روش کجلدال و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی از روش ون سوئست (۱۹۸۲) و با استفاده از دستگاه فایبرتک اندازه‌گیری شد و مقادیر درصد هضم پذیری ماده خشک از فرمول پیشنهادی ادی و همکاران (۱۹۸۳) و انرژی متابولیسمی از معادله ارائه شده توسط کمیته استاندارد کشاورزی مطابق روابط زیر به دست آمد.

$$\%DMD = 83/58 - 0/124 \times \%ADF + 2/626 \times \%N$$

$$\%ME = 0/17 \%DMD - 2$$

در روابط فوق، N در صد ازت گیاهی می‌باشد که از طریق رابطه $\%CP = 6/25 \times \%N$ به دست می‌آید.

اشاره می‌نماید که مقدار تولید هر یک از گونه‌ها در واحدهای نمونه‌برداری، به روش قطع و توزین و اندازه‌گیری مضاعف، برآورد شد.

اندازه‌گیری ویژگی گونه‌های گیاهی، عوامل محیطی، محاسبه شاخص غنای گونه ای و تنوع عملکرد واحدهای نمونه‌برداری ویژگی‌های گیاهی

در پژوهش حاضر، به‌منظور محاسبه شاخص تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه در هر یک از واحدهای نمونه‌برداری، قابلیت یا عدم قابلیت تثبیت ازت، شاخص سطح برگ (LAI)، ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰۰ دانه، طول برگ، طول دوره گلدهی و شاخص‌های کیفیت علوفه نظیر پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، هضم پذیری ماده خشک و انرژی متابولیسمی هر یک از گونه‌ها، در واحدهای نمونه‌برداری اندازه‌گیری یا محاسبه شد.

شاخص سطح برگ به‌روش وزنی که با تعیین متوسط سطح برگ ۵ گیاه نمونه‌برداری شده در هر گونه به‌صورت تصادفی (به‌علت زیاد بودن تعداد گونه‌ها) با کمک دستگاه 200 Area meter AM و تخمین تعداد برگ‌ها به‌وسیله ایجاد تناسب ساده بین متوسط وزن یک برگ خشک از هر گونه گیاهی و وزن خشک تمامی برگ‌های همان گیاه نمونه‌برداری شده به‌صورت تصادفی، یک ضریب ثابت برای هر یک از ۱۲۰ گونه (جدول ۲) به دست آمد که درنهایت با قرار دادن تأثیر درصد تاج پوشش هر یک از گیاهان داخل پلات که به‌روش تخمین چشمی (اندازه‌گیری شده بود، مطابق رابطه زیر مقادیر شاخص سطح برگ هر یک از گونه‌ها حاصل شد (Sasani et al., 2009; Mogadam et al., 2005; Arias, 2007).

ارتفاع هر یک از گونه‌ها و طول برگ آن‌ها در هنگام نمونه‌برداری، با خط کش اندازه‌گیری و بر حسب سانتی‌متر ثبت شد. طول دوره گلدهی (بر حسب ماه)، قابلیت یا عدم قابلیت تثبیت ازت (۱ و ۰) و وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) هر یک از گونه‌ها، از منابع مرتبط

جدول ۲- گونه‌های گیاهی مورد بررسی در مکان‌های انتخابی

ردیف	گونه گیاهی	ردیف	گونه گیاهی	ردیف	گونه گیاهی	ردیف	گونه گیاهی
۱	<i>Acanthlimon seabrellum</i>	۳۱	<i>Carthamus flaversens</i>	۶۱	<i>Fumaria parviflora</i>	۹۱	<i>Plantago major</i>
۲	<i>Acanthophyllum glandulosum</i>	۳۲	<i>Carthamus oxyacantha</i>	۶۲	<i>Glycirhiza glabra</i>	۹۲	<i>Poa bulbosa</i>
۳	<i>Achillea millefolium</i>	۳۳	<i>Centaurea persica</i>	۶۳	<i>Gundelia tarnifurti</i>	۹۳	<i>Polygonum hyrcanicum</i>
۴	<i>Achillea santolina</i>	۳۴	<i>Centaurea virgata</i>	۶۴	<i>Heterantherium piliferum</i>	۹۴	<i>Prangos ferulacea</i>
۵	<i>Aegilops cylindrica</i>	۳۵	<i>Ceratocarpus arenarius</i>	۶۵	<i>Hordeum bulbosa</i>	۹۵	<i>Rhamnus palasii</i>
۶	<i>Agropyron intermedium</i>	۳۶	<i>Cichorium intybus</i>	۶۶	<i>Hordeum glaucum</i>	۹۶	<i>Rheum ribes</i>
۷	<i>Ajuga chamaecistus</i>	۳۷	<i>Cirsium arvense</i>	۶۷	<i>Hordeum jubatum</i>	۹۷	<i>Rumex acetosa</i>
۸	<i>Alhagi camelorum</i>	۳۸	<i>Cirsium bracteosum</i>	۶۸	<i>Hymenocrater bituminosus</i>	۹۸	<i>Salvia nemorosa</i>
۹	<i>Alopecurus texilis</i>	۳۹	<i>Cirsium congestum</i>	۶۹	<i>Lactuca orientalis</i>	۹۹	<i>Saponaria vaccaria</i>
۱۰	<i>Alyssum linifolium</i>	۴۰	<i>Scariola orientalis</i>	۷۰	<i>Lactuca pulchella</i>	۱۰۰	<i>Scariola orientalis</i>
۱۱	<i>Artemisia scoparia</i>	۴۱	<i>Convolvulus arvensis</i>	۷۱	<i>Lactuca scariola</i>	۱۰۱	<i>Secale montanum</i>
۱۲	<i>Asperula glomerata</i>	۴۲	<i>Convolvulus commutatus</i>	۷۲	<i>Lactuca scariola</i>	۱۰۲	<i>Sisymbrium sophia</i>
۱۳	<i>Asstragalus gossypinus</i>	۴۳	<i>Cousinia bakhtiarika</i>	۷۳	<i>Lathyrus sativus</i>	۱۰۳	<i>Solanum rostratum</i>
۱۴	<i>Astragalus verus</i>	۴۴	<i>Cynodon dactylon</i>	۷۴	<i>Lolium persicum</i>	۱۰۴	<i>Stachys inflata</i>
۱۵	<i>Astragalus adscendens</i>	۴۵	<i>Dactylis glamerata</i>	۷۵	<i>Ixilirion tataricum</i>	۱۰۵	<i>Stachys lavandulifolia</i>
۱۶	<i>Astragalus bisulcatus</i>	۴۶	<i>Daphne macronuta</i>	۷۶	<i>Medicago radiata</i>	۱۰۶	<i>Stipa barbata</i>
۱۷	<i>Astragalus brachystachys</i>	۴۷	<i>Echinophora platyloba</i>	۷۷	<i>Medicago sativa</i>	۱۰۷	<i>Stipa hohenackeriana</i>
۱۸	<i>Astragalus complanatus</i>	۴۸	<i>Echinops cephalotes</i>	۷۸	<i>Melica persica</i>	۱۰۸	<i>Stipa parviflora</i>
۱۹	<i>Astragalus effuses</i>	۴۹	<i>Echinops ritroes</i>	۷۹	<i>Melilitus officinalis</i>	۱۰۹	<i>Tanacetum myriophyllum</i>
۲۰	<i>Avena fatua</i>	۵۰	<i>Eremurus persicus</i>	۸۰	<i>Mentha longifolia</i>	۱۱۰	<i>Taraxacum bessarabicum</i>
۲۱	<i>Avena sativa</i>	۵۱	<i>Eryngium billardieri</i>	۸۱	<i>Noaea macronata</i>	۱۱۱	<i>Taraxacum monochlamydeum</i>
۲۲	<i>Boisseria squarrosa</i>	۵۲	<i>Eryngium bungei</i>	۸۲	<i>Onobrychis cornuta</i>	۱۱۲	<i>Taraxacum officinalis</i>
۲۳	<i>Borago officinalis</i>	۵۳	<i>Eryngium compestre</i>	۸۳	<i>Onobrychis cristagalli</i>	۱۱۳	<i>Teucrium polium</i>
۲۴	<i>Bromus danthoniae</i>	۵۴	<i>Eryngium ovina</i>	۸۴	<i>Ononis spinosa</i>	۱۱۴	<i>Thymus serpyllum</i>
۲۵	<i>Bromus stirlis</i>	۵۵	<i>Euphorbia descipiens</i>	۸۵	<i>Peganum harmala</i>	۱۱۵	<i>Trachynia distachya</i>
۲۶	<i>Bromus tectorum</i>	۵۶	<i>Euphorbia seguieiana</i>	۸۶	<i>Phlomis oliveari</i>	۱۱۶	<i>Tragopogon pratensis</i>
۲۷	<i>Bromus tomentellus</i>	۵۷	<i>Ferula gumosa</i>	۸۷	<i>Phlomis persica</i>	۱۱۷	<i>Trifolium repens</i>
۲۸	<i>Bunium paucifolium</i>	۵۸	<i>Ferula ovina</i>	۸۸	<i>Picninin acarna</i>	۱۱۸	<i>Trigonella elliptica</i>
۲۹	<i>Cardaria draba</i>	۵۹	<i>Festuca arundiacea</i>	۸۹	<i>Plantago atrata</i>	۱۱۹	<i>Turgenia latifolia</i>
۳۰	<i>Carex stenophylla</i>	۶۰	<i>Festuca ovina</i>	۹۰	<i>Plantago lanceolata</i>	۱۲۰	<i>Vicia angustifolia</i>

عوامل محیطی

ادافیکی که شامل ۵۴ نمونه خاکی می‌باشد، عبارت‌اند از درصد شن، درصد سیلت، درصد رس، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، درصد رطوبت اشباع، کربنات کلسیم، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی خاک، چگالی ظاهری خاک و رطوبت خاک می‌باشد، به طوری که در مرکز هر یک از ۵۴ واحد نمونه‌برداری، با توجه به وجود عمق ریشه دوانی بیشتر گیاهان نمونه‌برداری شده در محدوده ۳۰-۰ سانتیمتری از

پارامترها و متغیرهای محیطی بکار برده شده در تعیین روابط کلی بین متغیرهای محیطی و زیتوده گیاهی، شامل چهار گروه عوامل اقلیمی، ادافیکی، توپوگرافیکی و انسانی می‌باشد. عوامل اقلیمی شامل تبخیر و تعرق پتانسیل، مقدار بارش و درجه حرارت می‌باشد که از داده‌های هواشناسی موجود در منطقه استخراج گردید. عوامل

خواهند داشت (Ahmadi et al, 2008). در این تحقیق فشار چرایی به‌عنوان یک عامل انسانی از طریق فاصله از سکونت‌گاه‌های روستایی، عشایری و آبشخور و همچنین بازدید میدانی و مشاهده پوشش گیاهی (گونه‌های غالب منطقه) و خاک (درصد خاک لخت) و کسب اطلاعات از کارشناسان در هر یک از ۵۴ مکان مورد مطالعه مطابق جدول ۳، تعیین گردید (Mansori et al, 2013). از آنجاکه منطقه مورد مطالعه به‌عنوان یک منطقه عشایری بشمار می‌آید و محل اسکان عشایر در مناطق مشخصی در اطراف دریاچه‌ها و منابع آبی قرار دارد که این مناطق توسط سازمان امور عشایر و منابع طبیعی مشخص می‌گردد. شاخص فاصله از مراکز اسکان عشایر می‌تواند به‌عنوان شاخص مناسب در این منطقه به شمار آید.

سطح خاک اقدام به حفر پروفیل و نمونه‌برداری گردید (Bednarek et al, 2005).

عوامل توپوگرافیکی شامل شیب، جهت و ارتفاع با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ می‌باشد که از نقشه DEM منطقه استخراج گردید در مراتع روستاها، آبشخورها، محل‌های استراحت دام، سایه و غیره به عنوان کانون‌هایی هستند که شدت چرا در اطراف آن‌ها زیاد بوده و با دور شدن از آن‌ها شدت چرا کمتر می‌شود. در یک مرتع تخریب پوشش گیاهی و خاک بافاصله از مناطق روستایی، آبشخورها و محل‌های استراحت دام کاهش می‌یابد. بدیهی است بیشترین فشار چرا و به تبع آن بیشترین تخریب مرتع در نقاط نزدیک به این محل‌ها رخ می‌دهد؛ نقاط دورتر از این محل‌ها، به دلیل برخورداری از چرای سبک‌تر، تخریب کمتری

جدول ۳. مقادیر فاصله از مراکز روستایی و عشایری هر یک از تپ‌های گیاهی

مکان	تپ گیاهی	فاصله از مراکز روستایی و عشایری (Km)	مکان	تپ گیاهی	فاصله از مراکز روستایی و عشایری (Km)
۱	Ast bra-Cou bak	۴	۲۸	Ast bra-Cou bak	۱/۱
۲	Ast ads-Ana aph	۲/۳	۲۹	Ast bra-Cou bak	۲/۲
۳	Ast ads-Cir bra	۳	۳۰	Ast bra-Cou bak	۱/۶
۴	Ast ads- Dop muc	۰/۷	۳۱	Ast bra-Cou bak	۲/۲
۵	Ast ads-Eri bil	۲/۱	۳۲	Ast ads- Eri bil	۲/۴
۶	Ast ads- Eri bil	۲	۳۳	Ast ads- Eri bil	۱/۴
۷	Ast ads- Dop muc	۱/۱	۳۴	Ast bra-Cou bak	۰/۶
۸	Ast ads- Dop muc	۱/۶	۳۵	Ast bra-Cou bak	۲/۹
۹	Ast ads- Dop muc	۱/۳	۳۶	Ast ads-Cir bra	۷/۲
۱۰	Ast ads- Dop muc	۱/۲	۳۷	Ast bra-Sca ori	۵
۱۱	Ast ads- Eri bil	۰/۸	۳۸	Ast ads-Cir bra	۱/۸
۱۲	Ast ads- Eri bi	۱/۳	۳۹	Ast ads-Cir bra	۱
۱۳	Ast ads- Eri bil	۱/۳	۴۰	Ast ads	۶/۸
۱۴	Ast ads- Eri bil	۱/۹	۴۱	Ast ads-Cir bra	۶/۶
۱۵	Ast ads- Eri bil	۰/۶	۴۲	Ast ads- Dop muc	۴/۱
۱۶	Ast bra-Sca ori	۲/۲	۴۳	Ast ads- Dop muc	۱/۷
۱۷	Ast ads-Cir bra	۲/۲	۴۴	Ast ads- Dop muc	۲/۳
۱۸	Ast bra- Eri bil	۲	۴۵	Ast bra-Sca ori	۰/۶
۱۹	Ast bra- Eri bil	۳	۴۶	Ast bra-Sca ori	۱/۲
۲۰	Ast bra- Eri bil	۴	۴۷	Ast bra-Sca ori	۱/۴
۲۱	Ast bra-Cou bak	۲/۱	۴۸	Ast bra- Aca sea	۲/۸
۲۲	Ast ads- Eri bil	۲/۲	۴۹	Ast bra- Aca sea	۲/۸
۲۳	Ast ads- Eri bil	۱/۲	۵۰	Ast bra- Aca sea	۲/۹
۲۴	Ast bra- Aca sea	۰/۲	۵۱	Ast ads-Bro tom	۴
۲۵	Ast ads	۲/۷	۵۲	Ast ads-Bro tom	۳
۲۶	Ast ads-Bro tom	۰/۹	۵۳	Ast ads-Bro tom	۴/۲
۲۷	Ast ads-Bro tom	۴/۶	۵۴	Ast ads-Bro tom	۱

تبیین معادلات حاصل، مورد نظر قرار گرفت و نوع رابطه و درصد توجیه تغییرات واریانس هر یک از ویژگی‌ها به تنهایی مشخص شد. همچنین به منظور تفاوت مکان‌های مورد بررسی از حیث تمامی ویژگی‌های گیاهی، آزمون تجزیه واریانس بکار برده شد.

به منظور انتخاب مناسب‌ترین مدل‌های فرضی رگرسیون خطی پیش‌بینی زیتوده گیاهی با استفاده از ویژگی‌های گیاهی (شامل ویژگی‌های قابلیت یا عدم قابلیت تثبیت ازت، شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰۰ دانه بذر، طول برگ، طول دوره گلدهی و کیفیت علوفه که شامل عوامل پروتئین خام، الیاف نامحلول شوینده‌های اسیدی، درصد هضم پذیری و انرژی متابولیسمی)، عوامل محیطی (شامل عوامل اقلیمی (تبخیر و تعرق پتانسیل، مقدار بارش و درجه حرارت)، عوامل آدافیکی (درصد شن، درصد سیلت، درصد رس، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، درصد رطوبت اشباع، کربنات کلسیم، هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی خاک، چگالی ظاهری خاک و رطوبت خاک)، عوامل توپوگرافیکی (شیب، جهت و ارتفاع) و عامل انسانی (فشار چرایی) و مقادیر شاخص تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه (CWM)، از روش رگرسیون چند متغیره و روش پیشرو استفاده شد و معنی داری مدل و درصد توجیه تغییرات واریانس به همراه صحت‌سنجی مدل‌ها به روش R2 و RMSE به عنوان معیار انتخاب مدل مناسب مد نظر قرار گرفت. در این خصوص، زیتوده گیاهی به عنوان متغیر مستقل و ویژگی‌های گیاهی، عوامل محیطی و مقادیر شاخص تنوع عملکرد، به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شد. که اشاره می‌نماید که کلیه محاسبات شاخص تنوع عملکرد در نرم‌افزار FDiversity اجرا شد. <http://www.fdiversity.nucleodiversus.org>

نتایج

آزمون شاخص غنای گونه‌ای با زیتوده گیاهی

پس از آزمون مقادیر به دست آمده از غنای گونه‌ای با زیتوده گیاهی واحدهای نمونه برداری (شکل ۳)، مشاهده شد که میزان ضریب همبستگی بین مقادیر شاخص تنوع عملکرد و زیتوده گیاهی برابر ۰/۳ گردید که به حالت روند کاهشی با افزایش ارزش شاخص منهنیک میزان زیتوده گیاهی کاهش می‌یابد.

غنای گونه‌ای

در پژوهش حاضر، با استناد به مطالعات (Schumacher.2009 and Roscher and Mouillot et al., 2005)، علاوه بر ویژگی‌های گیاهی، عوامل محیطی و مقادیر شاخص تنوع عملکرد ویژگی‌های گیاهی، مقادیر غنای گونه‌ای هر یک از واحدهای نمونه برداری نیز به منظور ساخت مدل‌های فرضی برآورد زیتوده، در مکان مورد بررسی محاسبه شد. به منظور تعیین غنای گونه‌ای واحدهای نمونه برداری، از شاخص منهنیک مطابق رابطه زیر استفاده شد (Magurran.1988).

$$Dmn = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

که در آن N تعداد کل افراد و S تعداد کل گونه‌ها می‌باشد.

محاسبه شاخص تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه

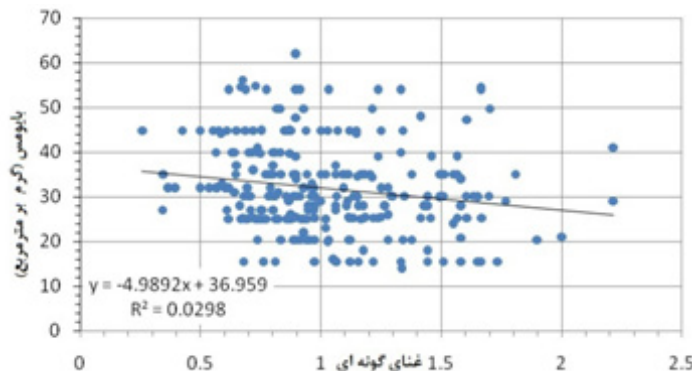
شاخص تنوع عملکرد، به عنوان شاخص مبتنی بر یک ویژگی به حساب می‌آید که هر ویژگی دارای ارزش میانگین وزنی مجزا در آن جامعه می‌باشد (Garner et al. 2004).

$$CWM = \sum_{i=1}^S WiXi$$

که در آن، S عبارت است از تعداد کل گونه‌ها، W: عبارت است از فراوانی نسبی گونه i و Xi عبارت است از ارزش ویژگی گونه i. در پژوهش حاضر به منظور محاسبه مقادیر شاخص تنوع عملکرد هر واحد نمونه برداری، ابتدا ارزش ویژگی هر یک از گونه‌های موجود در پلات‌ها، در درصد تاج پوشش آن گونه ضرب و از مجموع مقادیر مرتبط با گونه‌های موجود در هر پلات، یک عدد واحد به عنوان ارزش ویژگی واحد نمونه برداری در نظر گرفته شد.

روش آماری (مقایسه تنوع عملکرد با خدمات اکوسیستمی و انتخاب بهترین مدل)

به منظور آزمون شاخص‌های غنای گونه‌ای و تنوع عملکرد هر یک از ویژگی‌های گیاهی با زیتوده واحد نمونه برداری، مقادیر ضریب



شکل ۳- رابطه غنای گونه‌ای و زیتوده گیاهی در واحدهای نمونه برداری در منطقه زاگرس مرکزی

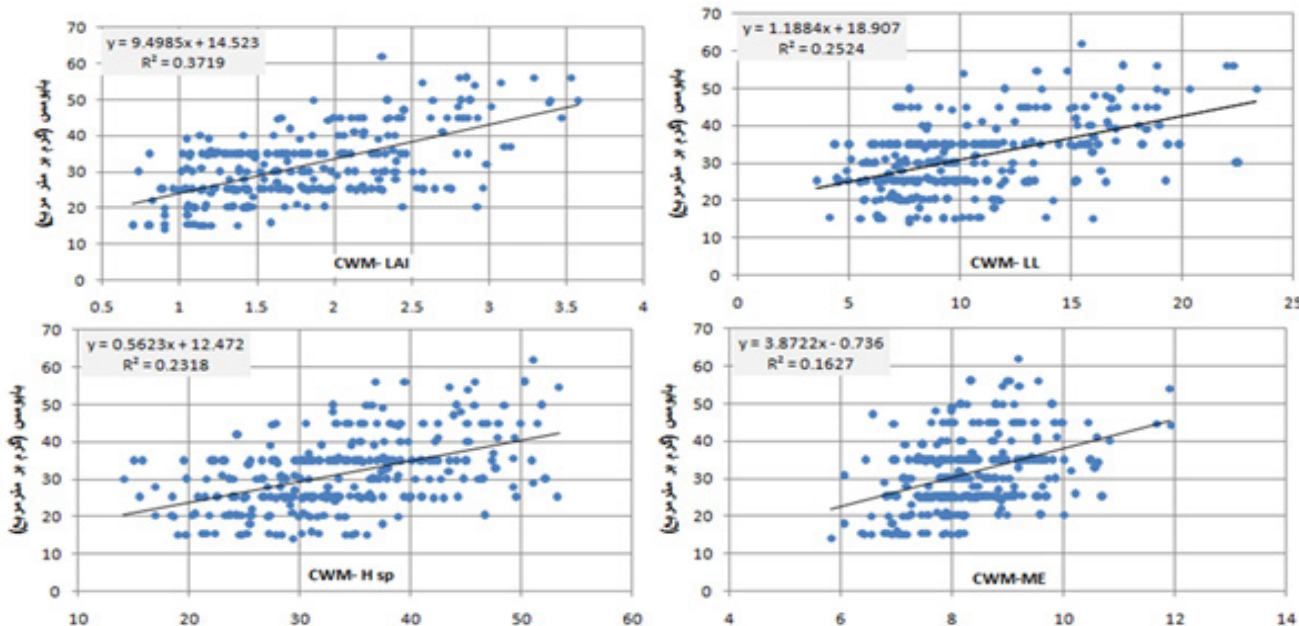
آزمون شاخص CWM با زیتوده گیاهی

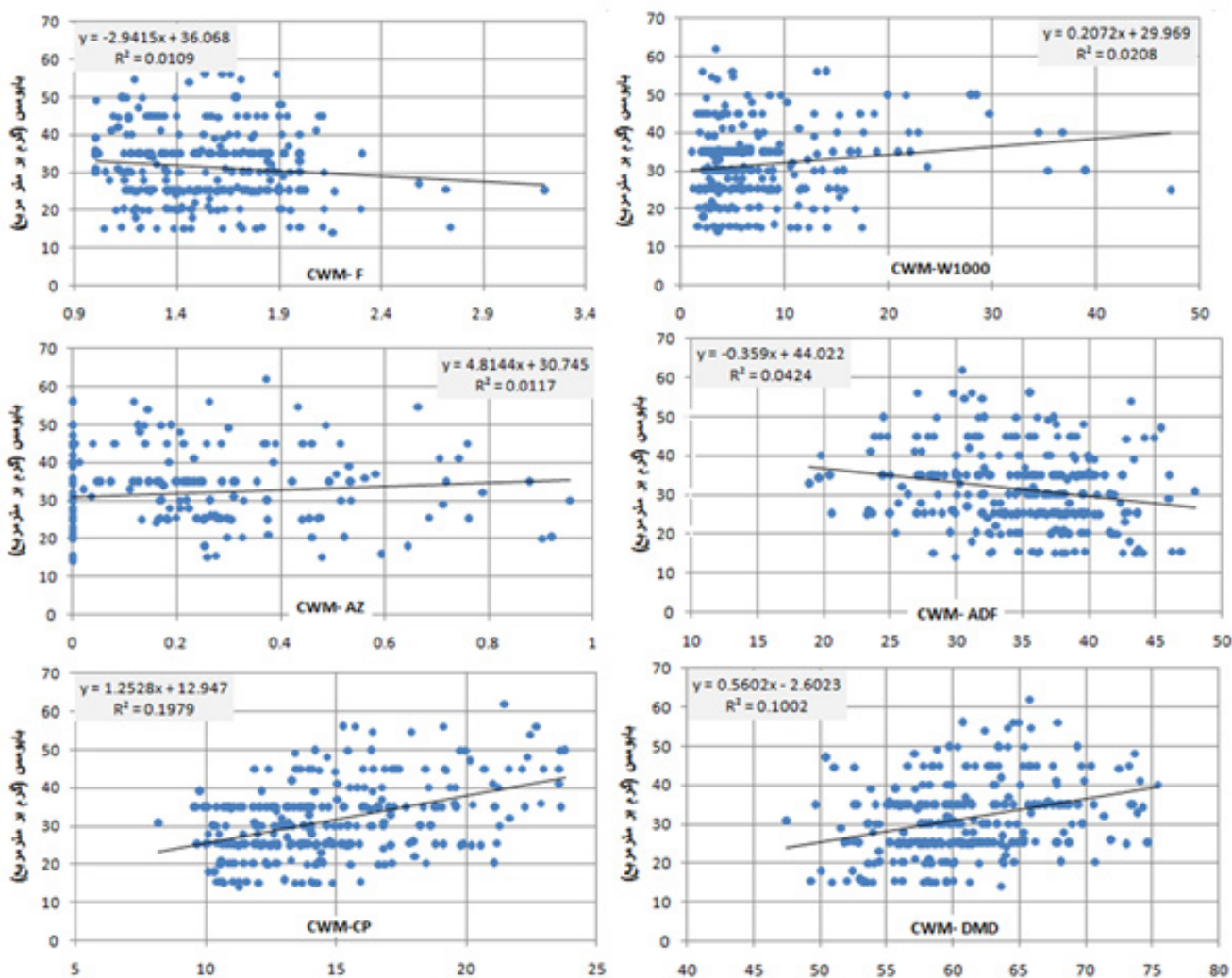
مطابق نتایج ارائه شده در شکل ۴ مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار ضریب همبستگی مربوط به تنوع عملکرد شاخص سطح برگ بود که در حدود ۰/۳۷ به دست آمد. همچنین، لازم به ذکر است که مقادیر تجزیه واریانس بین تمام مقادیر شاخص‌های تنوع عملکرد (تعداد گروه‌ها و فواصل آن‌ها بر اساس پیشنهادات Schmacher and Roscher (2009) و همچنین Cornelissen و همکاران ۲۰۰۳ محاسبه شد و زیتوده گیاهی مطابق جدول ۳ کمتر از ۰/۰۱ شد که نشان‌دهنده وجود رابطه رگرسیونی خطی بین متغیرهای وابسته و متغیر مستقل (زیتوده گیاهی) در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌باشد. روند تمامی شاخص‌ها به‌غیر از شاخص‌های تنوع عملکرد طول دوره گلدهی و تنوع عملکرد الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی به حالت افزایشی با افزایش زیتوده گیاهی تغییر می‌کنند.

جدول ۴- تجزیه واریانس شاخص‌های تنوع عملکردی و زیتوده گیاهی

منبع تغییرات (S)	درجه آزادی (D.F)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F محاسباتی (FS)
سطح مخصوص برگ	۴	۸۵۳۸/۹	۲۱۳۴/۷	۳۲/۹۷**
طول برگ	۳	۳۲۵۸/۸	۱۰۸۶/۳	۱۹/۴**
ارتفاع گیاه	۴	۵۶۱۷	۱۴۰۴/۲	۱۸/۵**
انرژی متابولیکی	۱	۱۳۵۵/۱	۱۳۵۵/۱	۱۴/۹**
طول دوره گلدهی	۳	۴۳۰/۳	۱۴۳/۴	۱/۵۱**
وزن ۱۰۰۰ دانه بذر	۲	۲۹۸/۲	۱۴۹/۱	۱/۵۶**
قابلیت تبیت ازت	۱	۱۴۸۷/۶	۱۴۸۷/۶	۱۶/۴**
الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی	۲	۶۸۲/۷	۳۴۱/۳	۳/۶**
پروتئین خام	۲	۱۱۹۲/۹	۵۹۶/۴	۶/۵**

** معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد؛ * معنی‌داری در سطح خطای ۱ درصد





شکل ۴- روابط شاخص‌های تنوع عملکرد CWM و زیتوده گیاهی در واحدهای نمونه برداری.

(CWM: شاخص تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه؛ LAI: شاخص سطح برگ؛ LL: طول برگ؛ H sp: ارتفاع گیاه؛ ME: انرژی متابولیسمی؛ F: طول دوره گلدهی؛ W: وزن ۱۰۰۰ دانه؛ AZ: قابلیت تثبیت ازت؛ ADF: ایالیف نامحلول در شوینده اسیدی؛ CP: پروتئین خام؛ DMD: هضم پذیری ماده خشک).

جدول ۵- روابط مدل‌ها با معنی‌داری و مقدار توجه درصد تغییرات زیتوده گیاهی در مدل‌های فرضی

ردیف	مدل‌ها	معادله	R2	Sig
۱	(ادافیکی + انسانی (فشار چرایی)	$Y = 164,11 + 27,407 \times N - (0,16 \times K)$	۰/۳۱۵	۰/۰۰
۲	توپوگرافیکی + (فشار چرایی) انسانی	-	-	-
۳	(اقلیمی + انسانی (فشار چرایی)	$Y = 0,27 + 26,2 \times Pr - (0,658 \times T)$	۰/۳۴۷	۰/۰۰
۴	(غیرزنده (ادافیکی + توپوگرافیکی + اقلیمی + انسانی)	$Y = 0,024 + 26,8 \times Pr - (0,749 \times T) + (138,5 \times N) - (0,19 \times K)$	۰/۶۰۱	۰/۰۰
۵	CWM تنوع عملکردی	$Y = 0,024 + 6,42 \times CWM - \text{Long Leaf} + (0,282 \times CWM - \text{Height SP}) + (0,108 \times CWM - \text{LAI})$	۰/۵۳	۰/۰۰
۶	ویژگی‌های گیاهی	$Y = 0,985 + 21,052 \times \text{Long Leaf}$	۰/۱۴۴	۰/۰۱
۷	CWM + غیرزنده	$Y = 1,776 + 8,329 \times CWM - \text{ME} + (0,17 \times Pr) + (0,052 \times CWM - \text{Long Leaf}) + (0,202 \times CWM - \text{Height SP}) + (60,024 \times N)$	۰/۷۰۳	۰/۰۰
۸	غیرزنده + ویژگی‌های گیاهی	$Y = 0,024 + 30,471 \times Pr - (0,482 \times ADF) + (72,6 \times N)$	۰/۵۶۸	۰/۰۰
۹	CWM + غیرزنده + ویژگی‌های گیاهی	$Y = 2,1 + 9,04 \times CWM - \text{ME} + (0,03 \times Pr) + (0,27 \times CWM - \text{Long Leaf}) + (0,266 \times \text{Long Leaf}) - (0,46 \times T)$	۰/۷۶۵	۰/۰۰

ارزیابی و صحت‌سنجی مدل‌ها

به‌منظور ارزیابی و صحت‌سنجی مدل‌ها از نتایج حاصل از ۱۰ داده مشاهده‌ای استفاده گردید. نتایج حاصل از صحت‌سنجی بر اساس دو حالت مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده به‌صورت ضریب R2

و RMSE در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل تلفیقی پارامترهای غیرزنده، ویژگی‌های گیاهی و شاخص‌های میانگین وزنی جامعه به نحو مناسبی قادر به شبیه‌سازی و پیش‌بینی تغییرات زیتوده گیاهی می‌باشد.

جدول ۶- صحت‌سنجی مدل‌های فرضی در دو حالت مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده

مدل‌ها	R2	RMSE
(ادافیکی + انسانی (فشار چرایی)	۰/۲۶	۲۴/۹
توپوگرافیکی + (فشار چرایی) انسانی	-	-
(اقلیمی + انسانی (فشار چرایی)	۰/۳۳	۲۰/۶
(غیرزنده (ادافیکی + توپوگرافیکی + اقلیمی + انسانی	۰/۴	۱۵/۳
CWM تنوع عملکردی	۰/۴۲	۱۲/۳
ویژگی‌های گیاهی	۰/۰۸	۳۲/۲
CWM + غیرزنده	۰/۵۵	۸/۶
غیرزنده + ویژگی‌های گیاهی	۰/۴۵	۱۰/۵
CWM + غیرزنده + ویژگی‌های گیاهی	۰/۶۳	۷/۵۳

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی بالا میان غنای عملکردی و زیتوده گیاهی (ضریب تبیین ۰/۰۳) می‌باشد. این نتایج می‌تواند به‌علت حضور گونه‌هایی با غنای بسیار کم در بررسی‌ها باشد که با افزایش تعداد گونه‌ها در واحدهای نمونه‌برداری موجب کاهش تأثیر فراوانی گونه‌ای در محاسبه غنای گونه‌ای شده و سبب می‌گردد که نتایج خروجی به‌شدت تحت تأثیر تعداد گونه‌ها قرار گرفته و برآورد صحیحی از عملکرد اکوسیستم ارائه ندهد. برخی از مطالعات از قبیل (Schumacher, 2009) و (Roscher and Hooper et al., 2009) و (Mouillot et al., 2005) نیز بر عدم وجود رابطه معنی‌دار غنای گونه‌ای با زیتوده گیاهی تأکید دارند. فاکتورهای غیرزنده (Abiotic) درصد قابل‌توجهی از تغییرات زیتوده گیاهی را توجیه می‌کنند (Loreau et al., 2001) که از بین پارامترهای ادافیکی نیتروژن خاک به‌عنوان عامل اصلی بشمار می‌آید (Schumacher and Roscher, 2009) و (Diaz et al., 2007). نتایج ما نشان می‌دهد که از عوامل ادافیکی، پارامترهای نیتروژن و پتاسیم حدود ۳۲ درصد از تغییرات و از عوامل اقلیمی پارامترهای بارش و درجه حرارت حدود ۳۵ درصد از تغییرات تنوع عملکردی زیتوده گیاهی را توجیه می‌کنند. لازم به ذکر است که در بین مدل‌های فرضی تمامی عوامل توپوگرافی مورد بررسی در پیش‌بینی زیتوده گیاهی به‌عنوان عواملی با عدم قابلیت توجیه در تغییرات زیتوده گیاهی به‌حساب می‌آیند. ترکیب تمام فاکتورهای محیطی با مقادیر اعتبارسنجی $R2 = 0/39$ و $RMSE = 15/3$ که شامل پارامترهای بارش، درجه حرارت، نیتروژن و پتاسیم خاک می‌گردد، حدود ۶۰ درصد از تغییرات زیتوده گیاهی را توجیه می‌کنند.

در مطالعه فاکتورهای زنده (Biotic) نتایج نشان‌دهنده همبستگی مثبت شاخص سطح برگ با پتانسیل فتوسنتز و همبستگی منفی

شاخص رشد، زادآوری و مرگ‌ومیر با طول عمر و استحکام گیاه می‌باشد (Almeida et al., 2008). گارنیر در سال (۲۰۰۴) بیان کرد که ۵۸ درصد تغییرات تولید خالص اولیه بخش فوقانی سطح زمین ($gkg^{-1} d^{-1}$) در ۱۲ پلات پوشش در جنوب فرانسه به‌وسیله شاخص سطح مخصوص برگ (m^2kg^{-1}) برآورد می‌گردد (۳۶). همچنین، حجم و مقاومت کششی برگ خشک رابطه منفی با پتانسیل فتوسنتز و شاخص رشد، زادآوری و مرگ‌ومیر و رابطه مثبت با طول عمر و استحکام گیاه دارد (Almeida et al., 2008). نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که از بین ویژگی‌های گیاهی، عامل طول برگ حدود ۱۴ درصد از تغییرات زیتوده گیاهی را توجیه می‌کنند اما این مدل دارای قابلیت پیش‌بینی زیتوده گیاهی با دقت بالا نیست ($R2 = 0/08$ و $RMSE = 32/2$).

از میان شاخص‌های تنوع عملکردی، شاخص‌های مبتنی بر یک ویژگی به‌علت مستقل بودن ویژگی‌های عملکردی از یکدیگر دارای بیشترین ارتباط با زیتوده گیاهی و کربن خاک در گرادانتهای محیطی مختلف می‌باشند (Bradley et al., 2013). نتایج این مطالعه نیز نشان داد که سه شاخص تنوع عملکردی سطح مخصوص برگ، طول برگ و ارتفاع گیاه به‌عنوان شاخص‌های مبتنی بر یک ویژگی با مقادیر اعتبارسنجی $R2 = 0/42$ و $RMSE = 12/3$ حدود ۵۳ درصد از تغییرات زیتوده گیاهی را توجیه می‌کنند؛ که درصد قابل‌توجهی بشمار می‌آید.

تلفیق فاکتورهای زنده و غیرزنده حدود ۷۶ درصد تغییرات واریانس تنوع عملکردی زیتوده گیاهی را توجیه می‌کند و به‌عنوان مناسب‌ترین مدل‌های تنوع عملکردی زیتوده گیاهی بشمار می‌آیند (Schumacher and Roscher, 2009). نتایج حاصل از صحت‌سنجی مدل تلفیقی فاکتورهای غیرزنده (اقلیمی، توپوگرافیکی، ادافیکی، انسانی)، ویژگی‌ها

- JT.(1999). Do plant species with high relative growth rates have poorer chemical defences. *Func Ecol* 827-819:(6)13.
3. Arias, D. (2007). Calibration of LAI- 2000 to estimate leaf area index and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introduced tree species in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 193-185 :247.
4. Arzani, H., (1998). National Assessment Guidelines range of climatic zones in Iran. Research institute of forests and rangeland.
5. Arzani, H., Basiri, M., Khatibi, F and Ghorbani, G.(2006). Nutritive value of some Zagros Mountain rangeland species. *Small Ruminant Research* (2006) 65 135-128.
6. Arzani, H., Motamedi, J., Yegane., H and Shirmardi, H.2014. Forage quality of range species in semi-steppe rangelands of Karsank, Chaharmahal-o-Bakhtiari. *Iranian Journal of Range and Desert Reseach*, Vol. 21 No. 2014 ,(2)
7. Arzani, H., Sahragard, P., Torkan, J and Saedi, K. (2010). Comparison of Phenological Stages on Forage Quality of Rangelands Species in Rangeland of Saral Kordestan. *Journal of Rangeland*. VOL 4, NO -160 2 167.
8. Bednarek, R., Dziadowiec, H., Pokojaska, U., and Prusinkiewicz, Z. (2005). *Badania ekologiczno- gleboznawcze. Soil-Ecological Research*. PWN, Warszawa. 105p.
9. Bradley, J., Butterfield, T and Katharine, N.S. (2013). Single-trait functional indices outperform multi-trait indices in linking environmental gradients and ecosystem services in a complex landscape. *Journal of Ecology* 17-9 ,101 ,2013.
10. Chanteloup, P and Bonis, A. (2013). Functional diversity in root and above-ground traits in a fertile grassland shows a detrimental effect on productivity. *Basic and Applied Ecology*. Vol. 14, No. 216-208 ,3.
11. Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S, Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P.B., Ter Steege, H., Morgan, H.D., Heijden, M.G.A., van der Pausas, J.G and Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Aust J Bot* -51:335 380.

گیاهی و تنوع عملکردی میانگین وزنی جامعه، شامل متغیرهای بارش، طول برگ، درجه حرارت، تنوع عملکرد انرژی متابولیسمی و تنوع عملکرد طول برگ با مقادیر $R2 = 0/63$ و $RMSE = 7/53$ و با توجه بیش از ۷۶ درصد تغییرات زیتوده گیاهی، در سطح معنی‌داری یک درصد ($Sig < 0,01$) می‌تواند به‌عنوان مدلی مناسب در پیش‌بینی زیتوده گیاهی به‌شمار آید.

استفاده از فاکتورهای غیرزنده و زنده (ویژگی‌های گیاهی + شاخص تنوع عملکرد میانگین وزنی جامعه) در پیش‌بینی زیتوده گیاهی و مقایسه میان جوامع گیاهی می‌تواند روشی مناسب، نسبتاً ساده، ارزان و استاندارد به‌حساب آید، به‌طوری‌که با بکارگیری از تعدادی پارامترهای محیطی و ویژگی‌های گیاهی امکان توجه درصد قابل توجهی از تغییرات زیتوده گیاهی با دقت قابل قبولی امکان‌پذیر شده و قابلیت پیش‌بینی زمانی و مکانی زیتوده گیاهی از طریق پیش‌بینی پارامترهای مؤثر متغیر در زمان و مکان فراهم می‌گردد. همچنین، روش‌های غنای گونه‌ای در پیش‌بینی زیتوده گیاهی به‌علت وجود همبستگی بسیار پایین توصیه نمی‌گردد. با توجه به توجه قابل توجهی از تغییرات به‌وسیله فاکتورهای زنده (Biotic) و غیرزنده (Abiotic)، پیشنهاد می‌گردد که از مدل‌های تلفیقی در جهت پیش‌بینی زیتوده گیاهی استفاده شود. پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آتی مدل‌های غیرخطی و سایر روش‌های تنوع عملکردی نیز مورد آزمون قرار گیرد.

بطور کلی، با توجه به مشکلات اندازه‌گیری زیتوده گیاهی در سطوح وسیع و اهمیت این پارامتر برای استفاده بهینه از مراتع و برنامه‌ریزی مدیریت منابع و جلوگیری از فرسایش خاک و به‌منظور داشتن تولید پایدار و همچنین تعیین و محاسبه وضعیت و ظرفیت چرای مرتع، بکارگیری از روشی که قابلیت برآورد و پیش‌بینی مناسبی از این پارامتر باشد، به‌عنوان اصلی ضروری به‌حساب می‌آید. در این راستا می‌توان گفت، روش تنوع عملکرد که برخلاف روش تنوع گونه‌ای که تنها در ارتباط با فراوانی گونه‌ای است، از طریق محاسبه ارزش ویژگی‌های گیاهی وابسته به خدمات اکوسیستمی، به جنبه‌های مختلف تنوع عملکرد در ترکیبات زیستی و نقش جمعیت‌ها در جامعه توجه می‌کند. از اینرو این روش مستقیماً در ارتباط با عملکرد خدمات اکوسیستمی از قبیل زیتوده گیاهی بوده و قابلیت زیادی در پیش‌بینی این خدمات دارا است.

پاورقی:

CWM: Community Weighted (میانگین وزنی جامعه)
Mean

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, Z., Heshmati, G.H., Mohseni, M., Arzani, H and Bihamta, M.R. (2008). Determining critical threshold in rangeland ecosystems of loess lands in Golestan province (Iran). *Journal of agricultural sciences and natural resources*, 109-102:(1)15.
- Almeida-Cortez, J.S., Shipley, B and Arnsen

21. <http://www.orchidsflora.com/medicinalherbsseed.html>
22. Hu, Y., Li, K., Gong, H and Yin.W. (2009). Plant diversity-productivity patterns in the alpine steppe environment. *Journal of arid land*, VOL. 1, NO. ,1 48–43.
23. Jafari, A., Yavari, A., Yarali, N and Valipour, G. (2010). Assesment to dominet to conservation networks with plant diversity emphases. *Journal of Environmental Studies*, Vol. 36 No. 88-77 .54.
24. Jamshidi, S and Ahmadifard, S. (2011). Estimating Seed Bank of Weed in Wheat-Wheat and Wheat-Fallow Rotations in Rainfed Winter Wheat Farms. *International Conference on Asia Agriculture and Animal*. IPCBEE vol.130-13.126.
25. Jangjo, M., Khajee, H., Anvarkhan, S and Sanjini, S. (2013). Seed germination and dormancy tests of some rangelandspeciesofNorthernKhorasanprovince,Iran. *Intl J Agri Crop Sci*. Vol., 29-21 ,(1) 5.
26. Lavorel, S., Diaz, S., Cornelissen, J.H, Garnier, E., Harrison, S.P., McIntyre, S., Pausas, J., Pérez, N., Roumet, C and Urcelay, C. (2007). Plant functional types: Are we getting any closer to the Holy Grail? In: Canadell JG, Pataki D, Pitelka L. Springer, New York.
27. Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J. P., Hector, A. (2001). Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Science*, 808–804 ,294.
28. Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
29. Mansori, Z., Tarhmasebi, P., Saeedfa, M and Shirmardi, H. (2013). Response plant diversity functional diversity to animal grazing in rainfall gradient. *Journal of Plant Ecosystem Conservation*. Vol. 1.NO 104-91 :3
30. Mazandarani, M., Kassaei, M and Rezaee, B.(1383). Medicinal plants in Ziarat Mountain Gorgan. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research* Vol. 20 No. 58-40.
31. Mogadam, M. (2005). *Ecology of plants*. Tehran university Pub.702 p.
32. Motamedi, J., Arzani, H., Sheidaye, E and Alijanpour, A. (2013). Forage quality of 25 important species from summer rangelands of Nazlo Chai Basin
12. Diaz, S and Cabido,M.(2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends Ecol Evol* 655–646:(11)16.
13. Diaz, S., Lavorel, S., De Bello, F., Quétier, F., Grigulis, K and Robson, M.(2007). Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proc Natl Acad Sci USA* –104:20684 20689.
14. Diaz, S., Lavorel, S., Stuart Chapin, F., Tecco P.A., Gurvich D.E and Grigulist, K.(2007) Functional diversity at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters. In: Canadell JG, Pataki DE, Pitelka LF (eds) *Terrestrial ecosystems in a changing world*.
15. Faghih, A.R., Ebadi, R., Nazerian, H and Noroozi, M.(2005). Determination of Attractiveness of Different Plants for Honey Bees in Khansar and Faridan Regions of Isfahan Province. *Iranian, J. Agric. Sci*. Vol. 36, No. 536-521 ,3.
16. Flynn, D.F.B., Mirotnick, N., Jain, M., Palmer, M.I and Naeem, S.(2011). Functional and phylogenetic diversity as predictors of biodiversity–ecosystem-function relationships. *Ecology*, 2011 ,(8)92, pp. –1573 1581.
17. Garibvand, H., Dianati, G., Mesdagi, M and shirmardi, H. (2008). Comparison forage quality of twospeciesEchinophoraplatylobaandCamphorosma monspeliaca in charmahale bakhtiyari. *Journal of Rangeland*. VOL 2, NO 161-151 ,2.
18. Garnier, E., Cortez, J., Billeos, G., Navas, M.L., Roumet, C., Debussche, M., Laurent, G., Blanchard, A., Aubry, D., Bellmann, A., Neill, C., Toussaint, J.P.(2004). Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology* 2637–2630:(9)85.
19. Garnier, E., Shipley, B., Roumet, C and Laurent, G.(2001). Astandardizedprotocolforthedetermination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Func Ecol* 695–15:688
20. Hooper, D.U.F., Chapin S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J and Wardle, D.A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecol Monogr* 35–75:3

- of Chaharmahal-va-Bakhtiari Province. Journal of watershed management and rangeland. VOL 66, NO 120-111 ,1.
38. Sasani, B., Khademi, A and motaji, A. (2009). Relationship between leaf area index and phisiographical and edaphical condition in a *Quercus macranthera* stand (Case study: Andebil's forest, Khalkhal). Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol. 17 No. ,2 2009.
39. Schumacher, J., Roscher, C. (2009). Differential effects of functional traits on aboveground biomass in semi-natural grasslands. *Oikos*, 1668_1659 :118.
40. Tagavizad, R., Majd, A., Nazarian, H and Mehrabian, S. (2007). Survey of the attractive Characters of the nectar and pollen plants for honeybee in Sirachal region, Tehran Province. *Pajouhesh & Sazandegi* No 52-74,41.
41. Van Soest, P.J. (1982). *Nutritional Ecology of the Ruminant* Books, Ins. Corvallis, 375 p.
42. Walker BH, Kinzig A, Langridge JL (1999) Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function: the nature and significance of dominant and minor species. *Ecosystems* 113–2:95
- in Urmia. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, Vol. 20 No. 663-653 ,(4).
33. Mouillot, D., Villéger, S., Scherer-Lorenzen, M., & Mason, N. W. H. (2011). Functional structure of biological communities predicts ecosystem multifunctionality. *PLoS ONE*, 6, e17476.
34. Niromand, E., Jami, M and Zamani, G. (2012). Responses of quality *Lathyrus sativus* L. in Birjand. *Iranian Journal of Field Crops Research* Vol. 9, No.,4 684-678.
35. Oddy, V.H., Robards, G.E. & Low, S.G. (1983). Prediction of *in vivo* dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed, In *Feed Information and Animal Production*, eds. G.E. Robards, and R.G. Pakham Commonwealth Agricultural Bureaux, Australia, pp. 398-395.
36. Pla, L., Casanoves, F and Rienzo, J.D. (2012). *Quantifying Functional Biodiversity*. ISBN -94-978 5-2647-007.
37. Raoofi, V., Ebrahimi, A., Arzani, H and shojaee, Z. (2013). Investigation on Relationship between Palatability and Forage Quality in some of Rangeland Plants Case Study: Karsanak rangelands

