



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"

دوره اول، شماره سوم، پاییز ۹۲

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

تعیین رابطه عناصر تغذیه‌ای در برخی گونه‌های مرتعی و خاک اکوسیستم‌های مرتعی منطقه طالقان

* رضا تمرتاش^۱، محمد جعفری^۲، حسین حیدری شریف آباد^۳، قوام‌الدین زاهدی امیری^۴
و غلامرضا زهتابیان^۵

^۱ دانشجوی دکتری دانشگاه تهران و عضو هیأت‌علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ^۲ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ^۳ استاد موسسه نهال و ثبت گواهی بذر، ^۴ استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ^۵ استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۲۶

چکیده

جهت بررسی روابط عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف خاک با گونه‌های مرتعی این تحقیق در مراتع کوهستانی طالقان انجام پذیرفت. پس از تعیین نقشه واحدهای کاری، نمونه‌برداری در هر یک از واحدها به صورت سیستماتیک انجام شد. تعداد و اندازه پلات با استفاده از روش سطح حداقل و روش آماری تعیین گردید. انتخاب گونه‌ها برای نمونه برداری با آنالیز خوشه‌ای صورت گرفته و درصد پوشش و حضور گونه‌ها در هر پلات با استفاده از مقیاس کریجینا صورت پذیرفت. همراه با نمونه‌برداری از گیاهان، نمونه‌های خاک از محدوده اطراف ریشه گونه‌ها جمع‌آوری و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و عناصر غذایی هر نمونه در آزمایشگاه مشخص گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها انجام شد. سپس با استفاده از آنالیزهای چند متغیره، روابط عناصر غذایی خاک و گونه‌های گیاهی تعیین گردید. نتایج تحقیق نشان داد که میزان عناصر غذایی قابل جذب در گیاهان بیشتر از خاک می‌باشد. این میزان در مورد عناصر کم مصرف در اندام‌های زیرزمینی بیشتر از اندام‌های هوایی گیاهان بوده در حالی که در عناصر پرمصرف عکس این حالت وجود داشته است. همچنین رابطه گونه‌های گیاهی مختلف با عناصر قابل جذب خاک ثابت نبوده و با توجه به تأثیر شرایط رویشگاهی شامل رطوبت، اسیدیته، آهک، ماده آلی و بافت خاک و نیز اثر سایر گونه‌ها و عناصر موجود در خاک بر تحرک پذیری عناصر، نسبت جذب آن‌ها متغیر بوده است.

واژه‌های کلیدی: عناصر تغذیه‌ای، آنالیز چندمتغیره، طالقان

* نویسنده مسئول: reza_tamartash@yahoo.com

مقدمه

شناخت چگونگی وقوع تغییرات در اکوسیستم‌های مرتعی و اجزای آن‌ها به‌ویژه گیاه و خاک، مهم‌ترین ابزار برای اتخاذ تدابیر صحیح مدیریتی در بهره‌برداری اصولی از مراتع بوده که دستیابی به راهکارهای علمی و عملی بهینه برای مدیریت اصولی و صحیح‌تر در آن را ممکن می‌سازد. خصوصیات خاک تغییرات مکانی و زمانی از مقیاس‌های کوچک تا بزرگ را دارد که تحت تأثیر خصوصیات ذاتی فاکتورهای تشکیل خاک مانند مواد مادری خاک و خصوصیات غیر ذاتی مانند عملیات مدیریتی خاک، کوددهی و تناوب زراعی قرار می‌گیرد (Quin and Zhang, 2002). تغییرپذیری خصوصیات خاک در مراتع می‌تواند در عملکرد خاک جهت جذب عناصر غذایی و رشد گیاه تأثیرگذار باشد (Shukla *et al.*, 2004). نوع خاک می‌تواند بر عناصر معدنی گیاهان تأثیر بگذارد. همچنین مقدار عناصری که گیاه به وسیله‌ی ریشه‌های خود از خاک جذب می‌کند بسته به نوع گیاه و خصوصیات شیمیایی خاک نظیر pH متغیر و متفاوت است (Gillian and Dick, 2010). عناصر غذایی بر یکدیگر اثر معنی‌داری داشته و در نهایت بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارد (Facchinelli *et al.*, 2001).

محمد و همکاران (Mohamed *et al.*, 2003) در ارزیابی عناصر Ca, Fe, K, Mg, Na, Cd, Zn, Pb در گونه‌های مختلف زراعی به این نتیجه رسیدند که میزان غلظت عناصر از یک گونه به گونه دیگر به دلیل تفاوت در انتخاب عناصر و تجمع آن در گونه از محلول خاک متفاوت است. به نظر آنان در گونه‌های یکسان نیز از یک رویشگاه به رویشگاه دیگر، میزان عناصر تفاوت دارد. دلیل این امر این است که میزان جذب عناصر توسط گونه‌ها به میزان ذخیره این عناصر در خاک بستگی دارد. در پژوهش‌هایی که گواسمارک و همکاران (Govasmark *et al.*, 2005)، در شرایط محیطی و خاک بر روی میزان عناصر تغذیه‌ای در گیاهان علوفه‌ای انجام دادند، دریافتند که اگر چه میزان این عناصر در خاک متأثر از شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک و شرایط اقلیمی است، این مقدار در علوفه مصرفی دام تحت تأثیر این عوامل نیست. او بیان کرد که هیچ رابطه معنی‌داری بین میزان عناصر غذایی در گیاه و خاک وجود ندارد. سوتلانا و سلاوکوی (Svetlana and Slavkovi, 2006) در بررسی جذب عناصر ضروری و سمی در گونه‌های دارویی و خاک اطراف ریشه دریافتند که میزان عناصر ماکرو از قبیل Mg, Ca, K در گیاه بیشتر از خاک و در مورد عناصر میکرو Cu, Zn, Mn, Fe, Cd در خاک بیشتر از گیاهان است. فاکون و همکاران (Faucon *et al.*, 2009) در بررسی اثر خاک بر جذب عنصر غذایی Cu, Co در منطقه آفریقا از آنالیز چند متغیره استفاده کرده و با استفاده از آنالیز CCA معلوم کردند که عده کمی از گیاهان آشیان اکولوژیک خود را در خاک‌هایی که از نظر Mg و Cu, Co, Mn غنی هستند، مستقر می‌کنند. آن‌ها بیان کردند که فقط ۱۴ درصد گونه‌ها در محل تجمع این عناصر

حضور می‌یابند. با توجه به پژوهش‌های آنان Log میزان کلسیم خاک با Log مقدار کلسیم گیاه رابطه معنی‌داری دارد ($r=0/78$). همچنین در مورد کبالت، نیز این log معنی‌دار است ($r=0/63$) گیلیان و دیک (Gillian and Dick, 2010)، در مراتع ویرجینیا رابطه ناهمگنی مکانی عناصر غذایی و گونه‌های مرتعی را نشان داده، بیان داشتند که تنوع گیاهی و درصد پوشش رابطه معنی‌داری با میزان pH, Ca و Mg خاک دارند. لین و همکاران (Lin et al., 2010) بیان داشتند که عناصر غذایی ماکرو روی میزان عناصر میکرو در گونه‌های مختلف به گونه‌ای تأثیر می‌گذارد که تمامی روابط و نسبت‌های موجود بین این عناصر در گیاه و خاک تغییر می‌یابد.

در منطقه مورد مطالعه و در ارتباط با تغییرپذیری عناصر غذایی و منشأ این تغییرها، تا به حال مطالعه‌ای انجام نگرفته است. به نظر می‌رسد نتایج این پژوهش بتواند در راستای شناخت تغییرپذیری عناصر غذایی گوناگون قابل استفاده برای گیاه و بهبود مدیریت مناسب در مناطق مختلف مؤثر باشد. بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف خاک با استفاده از روش‌های آماری نظیر آنالیزهای چندمتغیره آماری، به بررسی تغییرات صورت گرفته در مراتع طالقان پرداخته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این منطقه بین عرض‌های $36^{\circ}18'$ شمالی و $36^{\circ}10'$ جنوبی و طول‌های $50^{\circ}46'$ تا $50^{\circ}53'$ شرقی واقع شده است. ارتفاع منطقه از ۲۲۰۰ تا ۲۶۵۰ متر متغیر بوده و میانگین بارندگی سالانه ۵۷۰ میلی‌متر و متوسط دمای ماهانه ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

روش پژوهش

پس از پیمایش زمینی و بررسی اولیه منطقه مورد مطالعه با توجه به هدف، نمونه‌برداری طبقه‌بندی شده انتخاب شد. به دلیل شیب‌دار بودن منطقه ترانسکت‌هایی در جهت شیب و عمود بر آن مستقر گردید و محل برخورد آن‌ها به عنوان محل نمونه‌برداری انتخاب شد. برای تعیین اندازه پلات، روش حداقل سطح به کار رفت و تعداد پلات از رابطه آماری محاسبه گردید.

در هر پلات خصوصیات نظیر: ارتفاع، جهت، درصد شیب، درصد تاج پوشش (مساحتی که افراد یک گونه پوشانده‌اند) و حضور یا عدم حضور گونه یادداشت شد. گونه‌های تعیین شده به‌وسیله تجزیه TWINSpan از داخل پلات‌ها جمع‌آوری و در پاکت‌های کاغذی که دارای منافذ ریزی بودند قرار داده شد. سپس برای تیمارهای اولیه به آزمایشگاه انتقال یافت. چون هدف پژوهش، تعیین رابطه بین میزان عناصر غذایی پوشش گیاهی و عناصر تغذیه‌ای خاک مناطق بود، از محل‌هایی که گیاهان نمونه‌برداری

شدند، به وسیله اوگر از محل فعالیت ریشه و خاک بین گونه‌ها، از خاک نمونه‌برداری شد. نمونه‌های خاک نیز جهت تیمارهای اولیه به آزمایشگاه فرستاده شد. دو گرم از نمونه پودر شده توزین و درون آون با درجه حرارت ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت قرار گرفت. سپس مقدار ۲۰ سی‌سی اسید نیتریک و پرکلریک اسید به آن اضافه شد. تمامی نمونه‌ها برای تجزیه عناصر غذایی به وسیله دستگاه ICP (طیف سنجی پلاسمای جفت شده القایی) آماده گردید.

از نمونه‌های خاک منتقل شده به آزمایشگاه برای اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان عناصر غذایی خاک ۵ گرم از نمونه‌های الک شده را وزن کرده و در بطری ۲۵۰ میلی‌لیتر از جنس پلی پروپیلین قرار داده و با ۵۰ میلی‌لیتر عصاره خاک (HCL و HNO₃) مخلوط شد. این محلول به مدت یک ساعت بر روی شیکر قرار گرفت و سپس از کاغذ صافی عبور داده شد. پس از آن، در بطری‌های پلی پروپیلین جهت تجزیه با دستگاه ICP نگهداری شد. پیش از آن که دستگاه، عناصر را تجزیه کند، استانداردهایی برای نمونه‌ها تهیه کرده، سپس با کالیبره کردن دستگاه، اندازه‌گیری انجام شد. برای تعیین ترکیب گونه‌ای و اثر آن بر عناصر غذایی موجود در بخش‌های مختلف گیاه و خاک و انتخاب گونه‌ها برای تجزیه، از روش آنالیز TWINSPAN استفاده شد. برای مشخص نمودن میزان عناصر غذایی بخش‌های مختلف گونه و عناصر تغذیه‌ای خاک از دستگاه ICP و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نرم‌افزار SAS 9.1 و Canoco for Win 4.0 استفاده شد. آن گاه از تجزیه واریانس و رگرسیون برای مقایسه عناصر غذایی بین گونه، مرحله رویشی و خاک در محیط نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده گردید.

نتایج

طبق محاسبه آماری تعداد ۶۷ پلات ۲ متر مربعی در منطقه مستقر و داده‌های اولیه درصد پوشش گیاهی پس از تبدیل درصد پوشش به مقیاس‌های عددی، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از طبقه بندی پوشش گیاهی به گروه‌های اکولوژیک با استفاده از مقیاس عددی کریجینا با کمک TWINSPAN، چهار گونه مهم مرتعی را به عنوان شاخص مشخص کرد. سپس، گونه‌های مرتعی *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, *Agropyron desertorum* و *Trifolium pratense* برای تعیین میزان عناصر غذایی ماکرو و میکرو انتخاب گردیدند. نتایج آنالیز واریانس عناصر ماکرو در منطقه طالقان نشان داد که بجز عنصر گوگرد، که در هیچ یک از پارامترهای مورد ارزیابی معنی‌دار نبوده است، سایر عناصر در این ارتباط دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌اند. به طوری که در عناصر منیزیم و کلسیم از نظر گونه در سطح ۱ درصد ($P \leq 0.01$) و از نظر اندام و مرحله رویشی در سطح ۵ درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری دیده شد. بین گونه‌ها و اندام‌های مورد مطالعه، میزان

عناصر پتاسیم و فسفر اختلاف معنی‌داری بوده ($P \leq 0/01$)، و بین مراحل رویشی و زایشی نیز این اختلاف در سطح کمتری دیده شده است ($P \leq 0/05$) (جدول ۱).

جدول ۱- آنالیز واریانس عناصر ماکرو در گونه‌های مورد مطالعه منطقه طالقان

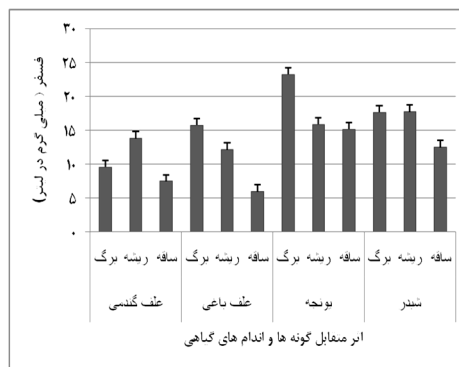
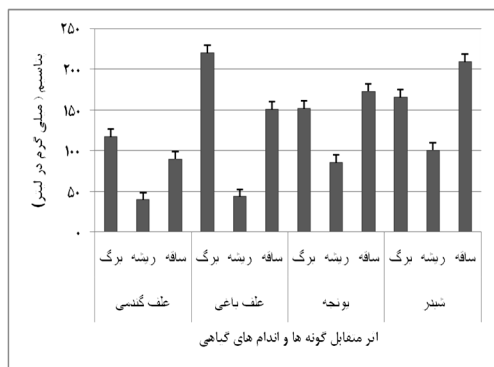
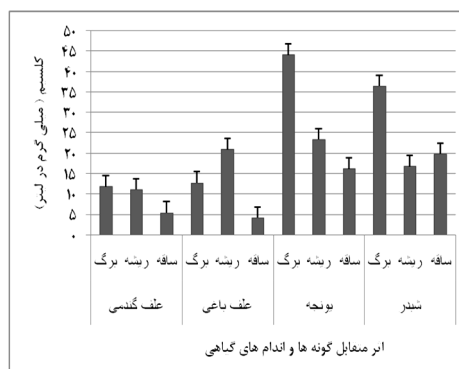
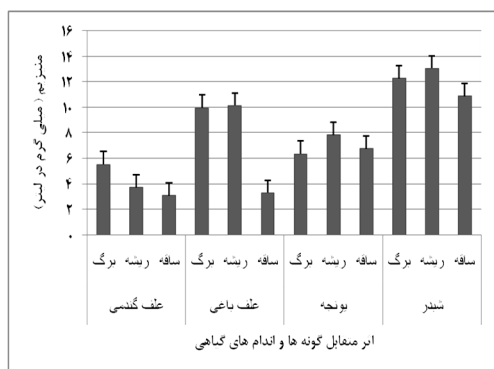
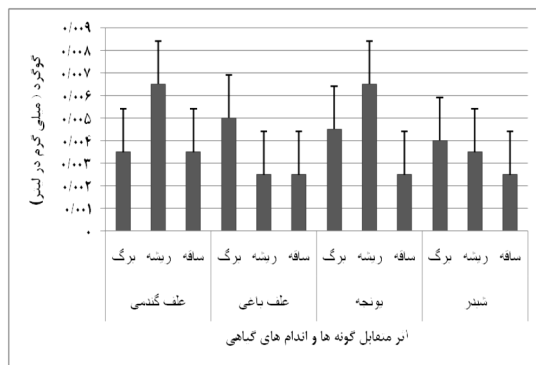
عنصر	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F Value	Pr > F
	گونه	۳	۵۶/۲۲۶	۲۸/۵۲	۰/۰۰۶
Mg	اندام گیاهی	۳	۱۲/۲۲۸	۶/۲۰	۰/۰۲۸۷
	مرحله رویشی	۱	۱۱/۳۴۳	۵/۷۵	۰/۰۵۳۴
	گونه	۳	۴۶۵/۶۹۱	۳۳/۱۰	۰/۰۰۰۴
Ca	اندام گیاهی	۳	۲۹۹/۵۵۱	۲۱/۲۹	۰/۰۰۱۳
	مرحله رویشی	۱	۱۰۶/۷۲۳	۷/۵۸	۰/۰۳۳۱
	گونه	۳	۷۲۶۰/۳۴۶	۴۰/۴۳	۰/۰۰۰۲
K	اندام گیاهی	۳	۱۵۷۳۵/۰۵۷	۸۵/۵۲	۰/۰۰۰۱
	مرحله رویشی	۱	۱۶۴۳/۴۱۵	۹/۱۵	۰/۰۲۳۲
	گونه	۳	۱۱۵/۵۲۸	۵۶/۹۹	۰/۰۰۰۱
P	اندام گیاهی	۳	۱۱۱/۶۸۱	۵۵/۱۰	۰/۰۰۰۱
	مرحله رویشی	۱	۲۳/۰۹۳	۹/۹۱	۰/۰۱۹۹
	گونه	۳	۰/۰۰۰۰۰۳۴	۰/۴۷	۰/۷۱۲۱
S	اندام گیاهی	۳	۰/۰۰۰۰۰۶۲	۰/۸۵	۰/۰۵۱۳۱
	مرحله رویشی	۱	۰/۰۰۰۰۰۴۱	۰/۵۷	۰/۴۷۷۹

نتایج آنالیز واریانس عناصر میکرو در منطقه طالقان نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان روی و کبالت در گونه‌ها، اندام‌ها و مراحل رویشی مورد مطالعه وجود نداشته است. عناصر مس و منگنز در بین گونه‌ها و اندام‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0/05$) داشته‌اند؛ ولی در مرحله رویشی اختلاف معنی‌داری نشان نداده‌اند. عناصر آهن، مولیبدن و سدیم در بین گونه‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0/05$) بوده‌اند ولی در بین اندام‌ها، عنصر مولیبدن اختلاف معنی‌داری نشان نداده و آهن و سدیم اختلاف معنی‌دار داشته‌اند ($P \leq 0/01$). آهن تنها عنصری بوده است که از نظر مراحل رویشی اختلاف معنی‌دار نشان داده است ($P \leq 0/05$) (جدول ۲).

جدول ۲- آنالیز واریانس عناصر میکرو در گونه‌های مورد مطالعه منطقه طالقان

عنصر	منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F Value	Pr > F
	گونه	۳	۳/۸۷۱	۴/۵۷	۰/۰۵۴۲
Fe	اندام گیاهی	۳	۱۲۱/۳۷۲	۱۴۲/۱۷	۰/۰۰۰۱
	مرحله رویشی	۱	۶/۲۹۳	۷/۴۲	۰/۰۳۴۴
	گونه	۳	۰/۲۷۷	۱۳/۵۳	۰/۰۰۴۴
Mn	اندام گیاهی	۳	۰/۴۱۶	۲۰/۲۷	۰/۰۰۱۵
	مرحله رویشی	۱	۰/۰۰۱۶	۰/۸۱	۰/۴۰۳۴
	گونه	۳	۰/۰۱۲۱	۰/۸۳	۰/۵۲۱۹
Zn	اندام گیاهی	۳	۰/۰۳۳۹	۲/۳۳	۰/۱۷۳۶
	مرحله رویشی	۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲	۰/۸۸۹۱
	گونه	۳	۰/۰۰۸۱	۲۲/۲۸	۰/۰۰۱۲
Cu	اندام گیاهی	۳	۰/۰۰۱۲	۳/۴۹	۰/۰۹۰۲
	مرحله رویشی	۱	۰/۰۰۰۲۳	۰/۶۴	۰/۴۵۳۴
	گونه	۳	۰/۰۰۲۴	۲۳/۹۷	۰/۰۰۱
Mo	اندام گیاهی	۳	۰/۰۰۰۳	۳/۰۰	۰/۱۱۷
	مرحله رویشی	۱	۰/۰۰۰۴	۴/۲۲	۰/۰۸۵
	گونه	۳	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۱۲	۰/۹۴۷
Co	اندام گیاهی	۳	۰/۰۰۰۰۴	۱/۳۶	۰/۳۴۰
	مرحله رویشی	۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۳۳	۰/۵۸۵
	گونه	۳	۱۴/۱۴۵	۱۰/۷۹	۰/۰۰۷۹
Na	اندام گیاهی	۳	۴۳/۶۰۹	۳۳/۲۵	۰/۰۰۰۴
	مرحله رویشی	۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱	۰/۹۲۳۷

مقایسه میانگین‌های عناصر ماکرو در اثر متقابل گونه‌ها و اندام‌های گیاهی مورد مطالعه گویای آن است که به جز عنصر S در گیاه یونجه، که میزان آن در ریشه گیاه بیشتر از سایر قسمت‌ها است، در بقیه عناصر برگ گونه‌ها میزان بیشتری را نسبت به سایر قسمت‌ها نشان دادند (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های عناصر ماکرو در اثر متقابل گونه‌ها و اندام‌های گیاهی منطقه طالقان

مقایسه میانگین‌های عناصر میکرو در اثر متقابل گونه‌ها و اندام‌های گیاهی، نشان می‌دهد که مقدار این عناصر در گونه‌های مورد مطالعه، در ریشه‌ی گیاهان بیشتر از سایر قسمت‌ها است (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های عناصر میکرو در اثر متقابل گونه‌ها و اندام‌های گیاهی منطقه طالقان

آنالیز واریانس متغیرهای خاکی مورد مطالعه نشان داده است که مقدار عواملی از قبیل: گچ، رطوبت، بافت و Mo در اطراف خاک ریشه گیاهان مورد مطالعه در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارند. اگر چه مقدار سایر فاکتورهای اندازه‌گیری شده تفاوتی را نشان می‌دهد، ولی این میزان از نظر آماری معنی‌دار نیست (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک در منطقه طالقان

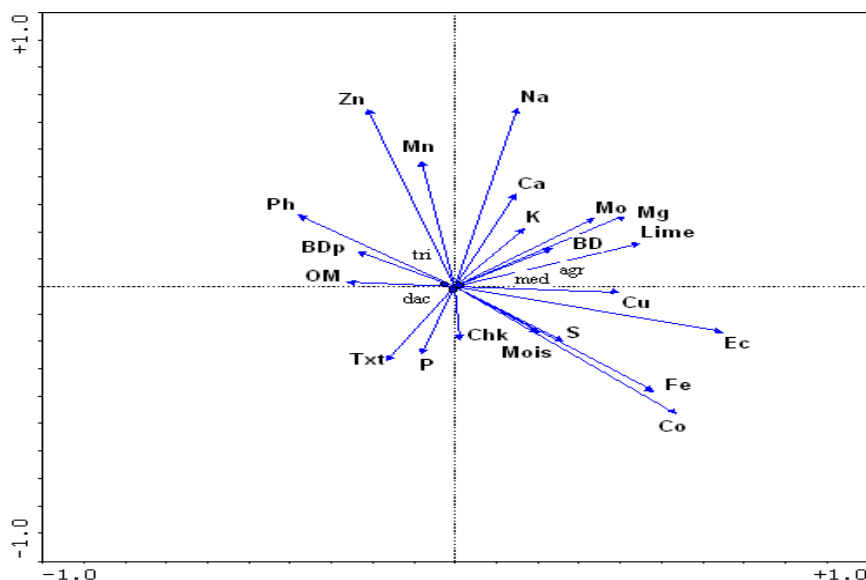
خصوصیات خاک	تیمار	درجه آزادی	میانگین مربعات	F Value	Pr > F
pH	خاک- گونه	۳	۰/۰۲۹۱	۱/۱۱	۰/۳۹۶۵
	خاک- مرحله رویش	۱	۰/۰۸۴۱۶	۳/۱۹	۰/۰۷۷۱
EC	خاک- گونه	۳	۰/۳۴۴۴۰	۰/۶۱	۰/۶۲۶۸
	خاک- مرحله رویش	۱	۰/۵۵۰۷۴	۰/۹۷	۰/۴۴۸۰
گچ	خاک- گونه	۳	۰/۰۰۰۷۸	۱/۱۸	۰/۳۶۹۰
	خاک- مرحله رویش	۱	۰/۰۰۰۹۰	۱/۳۶	۰/۳۱۵۵
کربنات کلسیم	خاک- گونه	۳	۹/۶۷۶۴۲	۰/۶۶	۰/۵۹۴۶
	خاک- مرحله رویش	۱	۷۱/۷۷۹۵	۴/۹۳	۰/۰۲۷۱
رطوبت	خاک- گونه	۳	۶/۵۸۸۹۵	۲/۳۴	۰/۱۴۱۸
	خاک- مرحله رویش	۱	۱۱/۸۴۵۴۱	۴/۲۰	۰/۰۴۰۷
ماده آلی	خاک- گونه	۳	۲/۶۱۶۰۴	۲/۲۳	۰/۱۵۴۶
	خاک- مرحله رویش	۱	۲/۸۸۸۰۴	۲/۴۶	۰/۱۲۹۶
وزن مخصوص	خاک- گونه	۳	۰/۰۸۰۴۷	۱/۱۸	۰/۳۷۲۱
ظاهری	خاک- مرحله رویش	۱	۰/۲۴۷۳۷	۳/۶۱	۰/۰۵۸۴
وزن مخصوص	خاک- گونه	۳	۰/۰۳۹۷۷	۱/۶۲	۰/۲۵۲۸
حقیقی	خاک- مرحله رویش	۱	۰/۰۲۰۶۲	۰/۸۴	۰/۵۰۵۸
بافت	خاک- گونه	۳	۳/۸۹۵۸۳	۱۷/۰۰	۰/۰۰۰۵
	خاک- مرحله رویش	۱	۰/۲۲۹۱۶	۱/۰۰	۰/۴۳۶۳

با توجه به پراکنش گونه‌های گیاهی در راستای محورهای مختصات در آنالیز تطبیقی قوس‌گیری شده (DCA)، تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌های گیاهی منطقه طالقان به طور کامل مشخص می‌شود؛ به طوری که ۴ گونه اصلی همبستگی بیشتری با محورهای اول و دوم نشان می‌دهند. بر این اساس، گونه *Dactylis glomerata* در جهت مثبت دو محور اول و دوم قرار گرفته، گونه *Trifolium pratense* نیز از نظر محور اول مثبت و از جنبه محور دوم در سمت منفی مختصات جای گرفته است. گونه‌های *Medicago sativa* و *Agropyron desertorum* در این نمودار در جهت منفی محورهای اول و

دوم قرار گرفته است. با توجه به مشخص شدن تأثیر عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌های گیاهی، جهت تعیین دقیق اثر عوامل محیطی و معنی‌داری آن‌ها در ارتباط با گونه‌های گیاهی، استفاده از آنالیز مستقیم CCA، به دلیل این که طول گرادیان در اولین محور بیش از ۳ بوده است، نشان دهنده مؤثرترین عوامل بر گونه‌های گیاهی بوده است (شکل ۳).

نتایج حاصل از آنالیز CCA نشان می‌دهد که الگوهای موجود معنی‌دار بوده‌اند (براساس آزمون مونت کارلو $F\text{-ratio}=۳/۴۸۱$ و $P=۰/۰۵\text{-value}$ تعیین گردید). بر این اساس، میزان عامل Ec و کبالت خاک در طول محور اول بالاتر از سایر عوامل بوده و عواملی مانند آهک pH و عناصر Cu، Fe، Mg و Mo در طول این محور، در اهمیت دوم بوده‌اند. که این امر، نشان دهنده وابستگی بیشتر محور اول به این عوامل است. در محور دوم، بیشترین مقادیر در ارتباط با عناصر سدیم و روی و سپس منگنز، آهن و کلسیم بوده است. گونه *T. pratense* با توجه به قرار گرفتن در قسمت مثبت محور دوم تحت تأثیر عناصر روی و منگنز قرار داشته و در جهت عکس بردارهای کبالت، آهن و گوگرد جای گرفته است.

گونه *D. glomerata* در جهت عکس با عناصر مولیبدن، منیزیم و تا حدودی پتاسیم و کلسیم و همچنین میزان آهک و وزن مخصوص ظاهری خاک رابطه نشان داده و در جهت مثبت نیز تا حدودی تحت تأثیر مواد آلی و بافت خاک قرار داشته است. گونه‌های *M. sativa* و *A. desertorum* نیز در موقعیتی نزدیک به عنصر مس و میزان آهک و وزن مخصوص ظاهری خاک قرار گرفته‌اند.



شکل ۳- نمودار پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی در ارتباط با عناصر خاک (CCA)

بحث و نتیجه‌گیری

تجمع عناصر در خاک منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که از بین عناصر، ماکرو، پتاسیم و کلسیم نسبت به سایر عناصر بیشتر تمرکز یافته و در منطقه، افزایش بیشتری نشان داده‌اند. با توجه به تأثیر بافت خاک (رس موجود) بر میزان افزایش این عناصر در خاک، می‌توان انتظار داشت که عناصر جذب شده در آنها از شرایط یکسانی برخوردار باشند. افزایش عناصر K^+ ، Ca^{++} ، Mg^{++} در خاک به دلیل افزایش رس خاک ماست؛ به طوری که بار مثبت عناصر به‌وسیله‌ی بار منفی رس جذب می‌شود. از طرف دیگر به عقیده محمد و همکاران (Mohamed *et al.*, 2003)، کم بودن برخی عناصر در خاک، به دلیل قابلیت دسترسی زیستی این عناصر نسبت به گیاهان است؛ به طوری که این عناصر برای گیاهان، عناصر پرمصرف هستند. فسفر از عناصر ماکرو است که با توجه به میزان وجود رس در خاک توسط آنها جذب شده و میزان آن افزایش می‌یابد که در منطقه به دلیل بهتر بودن شرایط، افزایش آن مشاهده می‌شود. به‌طور کلی، این عنصر در خاک‌های سنگین بیشتر از خاک‌های سبک بوده و به‌صورت فعال و غیر فعال (تبادل یونی) به‌وسیله‌ی گیاه جذب می‌شود.

در ارتباط با عناصر میکرو، به عقیده همیلتون (Hamilton, 1992) در رابطه با جذب عناصر، عامل pH در جذب موثر بوده به طوری که pH سبب کاهش برخی عناصر می‌شود. در منطقه مورد مطالعه با افزایش میزان اسیدیته خاک، عنصر منگنز نیز افزایش می‌یابد. با توجه به تأثیر میزان کلسیم پایین، آهن پایین و ظرفیت بالای منگنز در این منطقه که در ارتباط با یکدیگرند و همچنین افزایش منگنز در خاک‌هایی با اسیدیته بیشتر، این روند منطقی به نظر می‌رسد. به طور کلی، ارتباطی که بین pH خاک و عناصر غذایی قابل دسترس وجود دارد به این صورت است که در pHهای کم، عناصر میکرو نظیر آهن، مس، منگنز، بُر، روی و در pHهای خنثی، فسفر و نیتروژن و در pHهای بالا، پتاسیم، گوگرد، کلسیم، منیزیم و مولیبدن می‌تواند دست‌یافتنی‌تر باشد (Hue *et al.*, 1998). سایر عناصر کم‌مصرف، نظیر آهن نیز در pH بالاتر شرایط محلولیت کمتری پیدا نموده و تجمع آنها کاهش می‌یابد. البته باید در نظر داشت که کمبود یک عنصر در گیاه دلیل بر کمبود این عنصر در خاک نیست؛ زیرا ممکن است همین عنصر در خاک به اندازه کافی وجود داشته باشد، ولی به دلیل عدم شرایط اکولوژیک لازم، جذب عنصر صورت نگیرد.

نتایج متفاوتی که از گونه‌های مختلف مورد مطالعه به‌دست آمده است، نشان دهنده‌ی تغییر میزان جذب عناصر غذایی در بین اندام‌های گونه‌های مورد مطالعه بوده است. به طوری که برگ در مورد بیشتر عناصر مورد بررسی قابلیت جذب بیشتری نسبت به ساقه و ریشه دارد. با توجه به میزان مواد معدنی در مراتع که با کمبود عناصر غذایی مواجهند، و در مراتع مورد مطالعه نیز این شرایط مشاهده می‌شود، تغییرات عناصر غذایی به سرعت خود را نشان داده و براساس گونه، مرحله رشد و نوع خاک

تغییر می‌یابد. در واقع، تحرک‌پذیری عناصر خاک در شرایط رویشگاهی متفاوت از قبیل: اسیدی یا قلیایی بودن، شوری، میزان آهک و گچ، ماده آلی و سایر شرایط تغییر می‌کند که این موضوع بر میزان تجمع آن‌ها در اندام‌های گیاهی اثر می‌گذارد (Navidshad and Jafari, 2000). بر این اساس، برخی عناصر با توجه به شرایط موجود و ایجاد قابلیت بیشتر، در اندام‌هایی نظیر برگ و ریشه تجمع بیشتری حاصل نموده و در برخی دیگر این شرایط معکوس می‌شود. این موضوع را می‌توان به قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک و جذب و انتقال آن‌ها به بخش‌های هوایی گونه‌های مورد مطالعه مرتبط دانست (Reimann et al., 2001). هراسک و همکاران (Hrask et al., 2000)، در رابطه با همبستگی بین عناصر در گیاه و خاک بیان می‌کنند که میزان این همبستگی با توجه به نوع گونه گیاهی و قسمت‌های مختلف گیاه، متفاوت است.

البته، باید توجه داشت که قاعده فوق در مورد عناصر پرمصرف در منطقه مورد بررسی صدق می‌کند و عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم که قابلیت جذب و ضریب انتقال بالاتری دارند، بیشتر در برگ جمع می‌شوند؛ ولی در مورد عناصر کم‌مصرفی نظیر آهن، مس و کبالت این شرایط تغییر نموده، و میزان جذب در ریشه گونه‌های مورد مطالعه بیشتر است. روی هم رفته، همه‌ی عناصر را نمی‌توان به صورت یکسان طبقه‌بندی کرد و شرایط متغیر به دلیل تأثیر بر تحرک‌پذیری عناصر، نتایج متفاوتی را بروز داده است. یافته‌های نویشاد و جعفری (Navidshad and jafari, 2000) به میزان بالای جذب پتاسیم در برگ اشاره کرده، با توجه به حداکثر نیاز این عنصر، هم‌زمان با تشکیل برگ، دام‌ها، تحت شرایط چرای طبیعی، به دلیل اینکه در هر کیلوگرم علوفه خشک بیش از ۲۵ گرم پتاسیم وجود دارد، توجه کرده‌اند. همچنین، مس می‌تواند اغلب کاتیون‌ها را از مکان جذبی خود خارج کند و خود محکم به ریشه متصل شود. از این رو، مقدار رس در ریشه اغلب بیشتر از مقدار آن در برگ و ساقه است.

تغییرات مکانی و شرایط موجود در مطالعات مختلف گویای نتایج متفاوت در این زمینه است. در پژوهش انجام شده توسط (Bagagli, 1993)، که بر روی گونه‌های *Sternbergia lutea*, *Narcissus tazetta* انجام گرفت، نتیجه این بود که میزان عناصر پتاسیم و فسفر در برگ و ساقه نسبت به ریشه در طول دوره رویشی بیشتر از زایشی است. که یافته او با نتایج این پژوهش یکسان است؛ ولی با توجه به تفاوت گونه‌های مورد مطالعه، شرایط رویشگاهی و زمان نمونه برداری، میزان جذب عناصر تفاوت دارد. تفاوت بین گونه‌ها در منطقه گویای این واقعیت است که گونه‌های گیاهی علی‌رغم داشتن توانایی‌های متفاوت در جذب عناصر، تحت تأثیر شرایط رویشگاهی نیز به طور هم‌زمان قرار داشته، و بر این اساس میزان تجمع عناصر در آن‌ها تغییر می‌یابد. شرایط رویشگاهی در این زمینه، می‌تواند ترکیب و تنوع گیاهی موجود در منطقه، میزان مواد آلی و رطوبت خاک، اسیدیته، گچ و سایر پارامترهای خاکی متفاوت منطقه را تعیین کند. حتی وجود عناصر معدنی و ترکیبات آن‌ها در خاک‌های منطقه

روند فوق را مورد تأثیر خود قرار داده، که به جذب متفاوت عناصر در گونه‌های مورد مطالعه منجر شده است. به اعتقاد محمد و همکاران (Mohamed *et al.*, 2003)، علت زیاد بودن یک عنصر یا عنصر در یک گونه در مقایسه با گونه‌های دیگر، به دلیل انتخاب آن به‌وسیله‌ی خود گونه برای عنصر است. به نظر این پژوهشگران، خاک‌هایی که از نظر عناصر معدنی غنی باشند، گونه‌های آن‌ها نیز می‌توانند میزان افزایش را در قسمت‌های مختلف خود نشان دهند. گیلیان و دیک (Gillian and Dick, 2010)، در مراتع ویرجینیا رابطه ناهمگنی مکانی عناصر غذایی و گونه‌های مرتعی را نشان داده، بیان داشتند که تنوع گیاهی و درصد پوشش رابطه معنی داری با میزان Ca، pH و Mg خاک دارد.

آنچه از نتایج مربوط به پراکنش گونه‌های گیاهی در آنالیز DCA بر می‌آید، حاکی از آن است که عناصر غذایی و پارامترهای خاک نقش مؤثری بر تفکیک گونه‌های گیاهی موجود دارند و گروه‌های اکولوژیک جداگانه‌ای را تشکیل می‌دهند. در واقع، اثر عناصر غذایی موجود در خاک می‌تواند سبب شود تا تعدادی از گونه‌ها در مجموعه‌ای از قطعات نمونه به صورت دسته‌های همگن قرار گیرند و تغییراتی که از نظر حضور یا عدم حضور گونه‌های گیاهی در قطعات نمونه ایجاد شده، خصوصیات را توصیف می‌کند که به تمایز این دسته‌ها از یکدیگر انجامیده است. مطالعات متعددی در این زمینه وجود دارد که به‌کارگیری تکنیک DCA را در شرایط مختلف رویشگاهی جهت جداسازی و طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک گیاهی مناسب ارزیابی کرده، نشان داده‌اند که براساس عناصر غذایی خاک موثر و با استفاده از این تکنیک می‌توان به نوع واکنش گونه‌ها در مقابل اثرات محیطی موجود در یک رویشگاه پی برد (Chaves *et al.*, 2009; Faucon *et al.*, 2000; Guisan and Zimmermann, 2010).

پاسخ گونه‌های گیاهی مورد مطالعه به عوامل خاکی با استفاده از آنالیز CCA نشان می‌دهد که هر یک از گونه‌های گیاهی، به یک یا چند عامل خاکی واکنش نشان داده و تحت تأثیر آن‌ها قرار گرفته‌اند به طوری که در رویشگاه‌های مختلف واکنش آن‌ها به عوامل مورد مطالعه متفاوت، بوده است. بر این اساس، می‌توان گفت واکنش گونه *Agropyron desertorum* نسبت به عناصر غذایی خاک تحت تأثیر مستقیم و معکوس pH، آهک، وزن مخصوص و رطوبت خاک در منطقه بوده است که بر اساس افزایش و کاهش این عوامل و حضور یا عدم حضور عناصر دیگر، این واکنش‌ها تغییر یافته است. در ارتباط با گونه *Dactylis glomerata* تنها در مورد مواد آلی، بافت و وزن مخصوص ارتباط مستقیم در منطقه دیده می‌شود. در حالی که از میان عناصر غذایی، روی، در ارتباط مستقیم با این عوامل و گونه‌ی مذکور بوده است و سایر عناصر به طور متفاوت و پیچیده‌ای در ارتباط با این گونه ظاهر شده‌اند. لین و همکاران (Lin *et al.*, 2010) بیان داشتند که، عناصر غذایی ماکرو روی میزان عناصر میکرو در گونه‌های مختلف به گونه‌ای تأثیر می‌گذارد که تمامی روابط و نسبت‌های موجود بین این عناصر در گیاه و خاک تغییر می‌کند.

منابع

- Bargagli, R. 1993. Plant leaves and lichens as biomonitors of natural or anthropogenic emission of mercury. In :Plants as Biomonitors-indicators for heavy metals in the terrestrial environmental, Markert B. (ed.), VCH-Publ. Inc., Weinheim, Cap. 12:461-481.
- Barańkiewicz D., Kozka M., Piechalak A., Tomaszewski B., Sobczak, P. 2009. Determination of cadmium and lead species and phytochelatins in pea (*Pisum sativum*) by HPLC-ICP-MS and HPLC-ESI-MS. Journal of Talanta, 79:493-498.
- Chaves E.S., Dos Santos E.J., Araujo G.O., Vladimir Oliveira J., Lúcia V., Frescura A., Curtius A.J. 2010. Metals and phosphorus determination in vegetable seeds used in the production of biodiesel by ICP OES and ICP-MS. Journal of Micro Chemical, 76:1-6.
- El-Bana M., Shaltout K., Khalafallah A., Mosallam H. 2010. Ecological status of the Mediterranean *Juniperus phoenicea* L. relicts in the desert mountains of north Sinai, Egypt. Journal of Flora, 205:171-178.
- El-Ghanim W.M., Hassan L.M., Tarek C.M., Badr A. 2010. Floristic composition and vegetation analysis in Hail region north of central Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 17:119-128.
- Facchinelli A., Sachi E., Mallen L. 2001. Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources in soils. Environ. Pollut., 114:313-324.
- Faucon M.P., Colinet G., Mahy G., Ngongo Luhembwe M., Verbruggen N., Meerts P. 2009. Soil influence on Cu and Co uptake and plant size in the cuprophytes *Crepidiorhodon perennis* and *C. tenuis* (Scrophulariaceae) in SC Africa. Plant Soil. 317:201-212.
- Gilliam F.S., Dick D.A. 2010. Spatial heterogeneity of soil nutrients and plant species in herb-dominated communities of contrasting land use. Plant Ecology, 209: 83-94.
- Gorecka H., Chojnacka K., Gorecki H. 2006. The application of ICP-MS and ICP-OES in determination of micronutrients in wood ashes used as soil conditioners. Journal of Talanta, 70: 950-956.
- Govasmark E., Steen A., Bakken A.K., Strøm T., Hansen, S. 2005. Factors affecting the concentration of Zn, Fe and Mn in herbage from organic farms and in relation to dietary requirements of ruminants. Acta Agriculture Scandinavica, Section B Soil and Plant Science, 55(2):131-142.
- Guisan A., Zimmermann N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling, 135:147-186.
- Hamilton J.W., Gilbert C.S. 1972. Composition of Wyoming range plant and soil. Agricultural Experiment Station. University of Wyoming. Research Journal 55:1-14.

- Hrask J., Fugas M., Vadjic V. 2000. Soil contamination by Pb, Zn and Cd from lead smeltery. *Environ. Monit. Assess.* 60:359–36.
- Hue N.V., Uchida R., Ho M.C. 1998. Empirical models for the uptake of inorganic chemicals from soil by plants. U.S Department of Energy Office of Environmental Management. 120p
- Khaznadar M., Vogiatzakis I.N., Griffiths G.H. 2009. Land degradation and vegetation distribution in Chott El Beida wetland, Algeria. *Journal of Arid Environments*, 73:369–377.
- Kratochvil B., Tylor J.K. 1981. Sampling for chemical analysis. *Chem.* 53:924-938.
- Lin C., Zhu T., Liu L., Wang D. 2010. Influences of major nutrient elements on Pb accumulation of two crops from a Pb-contaminated soil. *Journal of Hazardous Materials*, 174: 202–208.
- Mohamed A.E., Rashed M.N., Mofty A. 2003. Assessment of essential and toxic elements in some kinds of vegetables. *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*, 55:251–260.
- Navidshad A., Jafari sayad M. 2000. *Animal Feed*. Navidi Publisher. 558p.
- Pick D., Leiterer M., Einax J.W. 2010. Reduction of polyatomic interferences in biological material using dynamic reaction cell ICP-MS. *Journal of Micro Chemical*, 95: 315–319.
- Quine T.A., Zhang Y. 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon, U.K. *J. Soil and Water Conserv.* 57: 50-60.
- Reimann C., Koller F., Frengstad B., Kashulina G., Niskavaara H., Englmaier P. 2001. Comparison of the element composition in several plant species and their substrate from a 1500000 km² area in northern Europe. *Sci. Total Environ.*, 278:87–112.
- Rollin S., Sahli H., Holzer R., Astner M., Burger M. 2009. PU and NP analysis of soil and sediment samples with ICP-MS. *Journal of Applied Radiation and Isotopes* 67:821–827.
- Shukla M.K., Lal R., Ebinger M. 2004. Principal component analysis for predicting corn biomass and grain yield. *Soil Sci.*, 169: 215-224.
- Svetlana L., Slavkovi L. 2006. Inorganic analysis of herbal drugs. Part II. Plant and soil analysis—diverse bioavailability and uptake of essential and toxic elements. *J. Serb. Chem. Soc.* 71(10):1095-1105.
- Yongjian W., Jianping T., Weiyin Z., Runguo Z., Yi D., Yuan L., Wei W. 2008. Vegetation restoration patterns and their relationships with disturbance on the Giant Panda Corridor of Tudiling, Southwest China. *Journal of Acta Ecologica Sinica*, 26(11):3525–3532.

