چکیده

اکوسیستم های مرتعی سطح وسیعی از اراضی جهان را تشکیل می دهند و از لحاظ اقتصادی و زیست محیطی دارای اهمیت ویژه ای هستند. مناطق کوهستانی زاگرس به دلیل چرای مفرط و پیوسته به شدت در حال تخریب هستند. یکی از مکانیسم های اثر چرا بر تولید مرتع ایجاد پسخور منفی از طریق تغییرات ملموس برخی خصوصیات خاک می‌باشد. چرای مفرط و مستمر و در پی آن برداشت پوشش گیاهی توسط دام ممکن است باعث کاهش مقدار ماده آلی و عناصر خاک، افزایش تراکم خاک و افزایش سرعت روان آب شود که پیامد چنین تحولاتی افزایش سرعت فرسایش خاک است. با این حال، مطالعات اندکی در ارتباط با نقش اقلیم و مدیریت مرتع بر تغییر شاخص های بیولوژیکی کیفیت خاک در این مناطق انجام شده است. این مطالعه با هدف بررسی اثر چرای دام بر فعالیت های میکروبی خاک انجام گردید. سه مدیریت مرتع شامل الف) قرق، ب) چرای تحت کنترل و ج) چرای آزاد (مفرط) در مجاورت یکدیگر در سه منطقه سبز کوه (18 سال قرق)، بروجن (23 سال قرق) و شیدا (2 سال قرق) در استان چهارمحال و بختیاری انتخاب و از عمق 15-0 سانتی متری چهار نمونه مرکب خاک جمع آوری گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از قبیل بافت، وزن مخصوص ظاهری، pH، کربن آلی، نیتروژن کل، ذخیره کربن آلی و نیتروژن، میزان فسفر و پتاسیم قابل دسترس و شاخص های بیولوژیکی آن از جمله فرآیند معدنی شدن کربن و نیتروژن طی یک دوره انکوباسیون آزمایشگاهی، کربن و نیتروژن توده زنده میکروبی و فعالیت برخی آنزیم های خاک مانند اوره آز، آریل سولفاتاز، آلکالاین فسفاتاز و اینورتاز مورد اندازه گیری و سنجش قرار گرفتند. منطقه سبز کوه و شیدا به ترتیب بیشترین و کمترین ذخیره کربن آلی خاک را داشتند و ذخیره کربن آلی و نیتروژن به طور معنی دار در منطقه سبز کوه با اقلیم مرطوب تر بیشتر از دو منطقه دیگر بود. در منطقه سبزکوه و شیدا مقدار کربن خاک در مدیریت قرق به طور نسبی بیشتر از مدیریت چرا ی مفرط بود در حالی که در مراتع بروجن کربن خاک در مدیریت های مختلف مرتع نسبتاً یکسان بود. معدنی شدن کربن و نیتروژن در منطقه سبز کوه و بروجن تحت تأثیر مدیریت مرتع تغییر یافتند و در مدیریت قرق بیشتر از مدیریت کنترل ورود دام و چرای آزاد برآورد گردیدند، در حالی که این فرآیندها در منطقه شیدا بیشتر تحت تأثیر تغییر کاربری اراضی (تبدیل مرتع به کشاورزی) و کمتر تحت تأثیر مدیریت مرتع قرار گرفته اند. توده زنده میکروبی خاک در مرتع قرق بیشتر از مراتع تحت چرا در منطقه سبزکوه بود، در حالی که در منطقه شیدا چرای سبک و کنترل شده بیشترین توده زنده میکروبی خاک را نشان داد و در منطقه بروجن اثر مدیریت مرتع بر توده زنده میکروبی معنی دار نبود. فعالیت هر چهار آنزیم در منطقه سبز کوه بیشترین و در منطقه بروجن کمترین مقدار بود اما واکنش و حساسیت فعالیت آنزیم های اندازه گیری شده به مدیریت مرتع در مناطق مختلف متفاوت بود. با این وجود در مناطق سبز کوه و بروجن فعالیت هر چهار آنزیم در مدیریت قرق به طور معنی دار بیشتر از مدیریت چرای آزاد بود در حالی که در منطقه شیدا مدیریت قرق تنها باعث افزایش فعالیت آنزیم های آریل سولفاتاز و اینورتاز در مقایسه با مدیریت چرای آزاد و چرای کنترل شده گردید. مدیریت قرق در مناطق سبز کوه و بروجن باعث تولید و تجمع بیشتر بقایای گیاهی، ماده آلی با کیفیت بهتر، کربن سهل الوصول و در نتیجه فعالیت بیشتر میکروبی و بهبود چرخه عناصر غذایی شده است. علاوه بر این نتایج این تحقیق نشان داد که پتانسیل خاک های مرتعی زاگرس مرکزی برای حبس کربن به نوع مدیریت اکوسیستم، پوشش گیاهی و اقلیم بستگی دارد. در مجموع به نظر می رسد خاک اکوسیستم های مرتعی مناطق سبز کوه و بروجن با مدیریت مناسب و صحیح قابلیت احیا شدن دارند در حالی که در منطقه شیدا برای احیای خاک، ایجاد حالت پایا و بهبود کیفیت و باروری خاک زمان طولانی تری لازم است.

واژگان کلیدی: اکوسیستم های مرتعی، چرا، مدیریت مرتع، ذخیره کربن و نیتروژن، فعالیت میکروبی، آنزیم های خاک، کیفیت خاک، زاگرس مرکزی.

فهرست مطالب

عنوان شماره صفحه

چکیده

فصل اول -مقدمه و کلیات

1-1-مقدمه ----------6

2-1-اهمیت مراتع ----------7

3-1-پایداری اکوسیستم های مرتعی----------8

4-1-مراتع ایران ----------9

5-1-اهداف اصلی طرح ----------10

6-1-فرضیات تحقیق----------10

7-1-ساختار پایان نامه ----------11

فصل دوم- پیشینه تحقیق و بررسی منابع

2-1-مقدمه ----------12

2-2-اثر چرا بر پوشش گیاهی ----------14

2-3-اثر چرا بر خصوصیات فیزیکی خاک ----------16

2-4-اثر چرا بر خصوصیات شیمیایی خاک ----------19

2-5-اثر چرا بر ذخیره کربن خاک----------21

2-6-اثر چرا بر کربن آلی خاک ----------22

2-7-اثر چرا بر کربن معدنی خاک ----------25

2-8-اثر چرا بر خصوصیات بیولوژیکی خاک ----------26

2-8-1-معدنی شدن کربن----------26

2-8-2-معدنی شدن نیتروژن----------28

2-8-3-فعالیت های آنزیمی----------30

2-8-4-توده زنده میکروبی ----------31

2-8-5-کسر متابولیکی (qCO_2) ----------33

2-8-6-ترکیب جامعه میکروبی خاک ----------34

فصل سوم- مواد و روش ها

3-1-مناطق مورد مطالعه ----------36

3-1-1-منطقه سبز کوه ----------36

3-1-2-منطقه بروجن ----------38

3-1-3-منطقه شیدا----------40

3-2-نمونه برداری ----------41

3-3-تجزیه های آزمایشگاهی ----------41

3-3-1-تجزیه های عمومی خاک----------41
3-3-2- ذخیره کربن آلی و نیتروژن کل ----------42
3-3-3-تجزیه های بیولوژیکی خاک ----------42
3-3-3-الف) معدنی شدن کربن (Cmin) ----------42
3-3-3-ب) پتانسیل معدنی شدن کربن (C_0) ----------43
3-3-3-ج) کربن توده زنده میکروبی (MBC) ----------44
3-3-3-د) تنفس ناشی از سوبسترا (SIR) ----------45
3-3-3-ه) معدنی شدن نیتروژن ----------45
3-3-3-و) نیتروژن توده زنده میکروبی (MBN) ----------46
3-3-3-ز) فعالیت آنزیم ها----------47
-آنزیم اوره آز----------47
-آنزیم آریل سولفاتاز ----------47
-آنزیم فسفاتاز قلیایی ----------48
-آنزیم اینورتاز ----------48
3-4-تجزیه و تحلیل آماری داده ها----------49

فصل چهارم -نتایج و بحث

4-1-خصوصیات عمومی خاک ----------50
4-1-1-وزن مخصوص ظاهری (Bd)----------50
4-1-2-واکنش خاک (pH)----------52
4-1-3-غلظت کربن آلی خاک (OC) ----------52
4-1-4-غلظت نیتروژن کل (TN)----------55
4-1-5-ذخیره کربن آلی خاک (C pool) ----------59
4-1-6-ذخیره نیتروژن کل خاک (N pool) ----------60
4-1-7-نسبت کربن آلی به نیتروژن کل (C/N) ----------60
4-1-8-فسفر قابل دسترس (P) ----------61
4-1-9-پتاسیم قابل دسترس (K)----------61
4-2-اثر چرا بر پویایی کربن ----------62
4-2-1-معدنی شدن کربن (Cmin) ----------62
4-2-2-زمان بازگشت کربن----------68
4-2-3-پتانسیل معدنی شدن کربن (C_0) ----------69
4-2-4-ثابت سرعت معدنی شدن کربن (k_c)----------69
4-2-5-کربن توده زنده میکروبی (MBC) ----------70
4-2-6-درصد کربن توده زنده میکروبی به کربن آلی خاک (MBC/OC) ----------71
4-2-7-تنفس ناشی از سوبسترا (SIR)----------72
4-2-8-شاخص قابلیت دسترسی به کربن (CAI) ----------72
4-2-9-کسر متابولیکی (qCO_2) ----------73

4-3-اثر چرا بر پویایی نیتروژن ---------- 75
4-3-1-معدنی شدن نیتروژن (Nmin) ---------- 75
4-3-2-آمونیفیکاسیون نسبی ---------- 79
4-3-3-نیتریفیکاسیون نسبی ---------- 80
4-3-4-پتانسیل معدنی شدن نیتروژن (N0) ---------- 80
4-3-5-ثابت سرعت معدنی شدن نیتروژن (k_N) ---------- 81
4-3-6-نیتروژن توده زنده میکروبی (MBN) ---------- 81
4-3-7-نسبت کربن توده زنده میکروبی به نیتروژن توده زنده میکروبی (MBC/MBN) -------- 82
4-4-اثر چرا فعالیت های آنزیمی خاک ---------- 84
4-4-1-آنزیم اوره آز(EC 3.5.1.5) ---------- 84
4-4-2-آنزیم آریل سولفاتاز (EC 3.1.6.1) ---------- 85
4-4-3-آنزیم فسفاتاز قلیایی (EC 3.1.3.1) ---------- 86
4-4-4-آنزیم اینورتاز یا ساکاراز (EC 3.2.1.26) ---------- 86
4-4-5-نسبت فعالیت آنزیم ها به کربن توده زنده میکروبی ---------- 87
4-4-5-الف) نسبت آنزیم اوره آز به کربن توده زنده میکروبی ---------- 88
4-4-5-ب) نسبت آنزیم آریل سولفاتاز به کربن توده زنده میکروبی ---------- 88
4-4-5-ج) نسبت آنزیم فسفاتاز قلیایی به کربن توده زنده میکروبی ---------- 88
4-4-5-د) نسبت آنزیم اینورتاز به کربن توده زنده میکروبی ---------- 90
4-5-نتیجه گیری کلی ---------- 90
4-6-توصیه و پیشنهادها ---------- 95
منابع ---------- 97
چکیده انگلیسی ---------- 106

فهرست شکل ها

عنوان شماره صفحه

شکل2-1- مکانیسم های تأثیر مستقیم و غیر مستقیم چرا بر جمعیت و فعالیت میکروبی خاک ------13
شکل3-1- موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------39
شکل 4-1-روند معدنی شدن کربن (mg/kg) در مدیریت های مختلف مرتع در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------63
شکل 4-2-روند معدنی شدن کربن (%) در مدیریت های مختلف مرتع در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------64
شکل 4-3-روند معدنی شدن خالص نیتروژن (mg/kg) در مدیریت های مختلف مرتع در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------76
شکل 4-4-روند معدنی شدن نیتروژن (%) در مدیریت های مختلف مرتع در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------77
شکل4-5-نسبت کربن توده زنده میکروبی به نیتروژن توده زنده میکروبی در مدیریت های مختلف در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------83
شکل 4-6-خلاصه نتایج اثر سه مدیریت مرتع شامل قرق (UG)، چرای کنترل شده (CG) و چرای آزاد (FG) بر ویژگی های خاک در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------91
شکل 4-7-خلاصه نتایج اثر سه مدیریت مرتع شامل قرق (UG)، چرای کنترل شده (CG) و چرای آزاد (FG) بر فعالیت آنزیم های خاک، توده زنده میکروبی (MBC)، نسبت C/N میکروبی و معدنی شدن نیتروژن (Nmin) در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا ----------92

فهرست جدول ها

عنوان شماره صفحه

جدول 2-1-طبقه بندی خصوصیات موثر بر کیفیت خاک بر اساس مقاومت و حساسیت آن‌ها به مدیریت ---------- 35
جدول 4-1- اثر مدیریت مرتع بر خصوصیات فیزیکی خاک در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا --- 51
جدول 4-2- اثر مدیریت مرتع بر خصوصیات شیمیایی خاک در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا -- 53
جدول4 –3 ضرایب همبستگی پیرسون (*r*) بین شاخص های مختلف کیفیت خاک در منطقه سبزکوه (n=12) ---------- 56
جدول 4-4- ضرایب همبستگی پیرسون (*r*) بین شاخص های مختلف کیفیت خاک در منطقه بروجن (n=12) ---------- 57
جدول 4-5- ضرایب همبستگی پیرسون (*r*) بین شاخص های مختلف کیفیت خاک در منطقه شیدا (n=12) ---------- 58
جدول4-6- اثر مدیریت مرتع بر شاخص های پویایی کربن در سه منطقه سبزکوه، بروجن و شیدا (df=2 ،n=4) ---------- 66
جدول4-7-ضرایب معادلات سینتیک مرتبه اول معدنی شدن کربن ($C_t= C_0(1-e^{-kt})$ ---------- 70
جدول4-8- اثر مدیریت مرتع بر پویایی نیتروژن در سه منطقه سبزکوه، بروجن و شیدا (df=2 ،n=4) -- 79
جدول4-9-ضرایب معادلات سینتیک مرتبه اول معدنی شدن نیتروژن ($N_t= N_0(1-e^{-kt})$ ---------- 81
جدول 4-10: اثر مدیریت مرتع بر فعالیت آنزیمی خاک در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا (df=2 ،n=4). -- 85
جدول 4-11: اثر مدیریت مرتع بر نسبت فعالیت آنزیمی به توده زنده میکروبی خاک در سه منطقه سبز کوه، بروجن و شیدا (df=2 ،n=4) ---------- 89

فصل اول

مقدمه و کلیات

1-1-مقدمه

در سال های گذشته توسعه اقتصادی کشورها به دنبال انقلاب صنعتی که با اتکا بـه قـدرت تکنولـوژی صورت گرفته، معمولا" در مراحل اولیه خود به مسایل زیست محیطی بی توجه بوده اسـت و بـه همـین دلیـل صدمات غیر قابل برگشت و گاهی جبران ناپذیری به محـیط زیـست از جملـه آلـودگی هـای مختلـف، چـرای بی‌رویه، تخریب لایه ازن، گرم شدن کره زمین ناشی از افزایش گازهای گلخانه ای و جنگل زدایـی وارد نمـوده است.

البته امروزه اغلب مشکلات زیست محیطی در جهان مدرن ناشی از افزایش جمعیت بشر و نیـاز آن بـه غذا و نوگرائی است (شیوندی و همکاران، 1385). رشد بی رویه جمعیت از 2/5 میلیارد نفر در سال 1950 بـه بیش از 6 میلیارد نفر در سال 2001 (لال، 1997 و برون، 2009) و نیاز روزافـزون بـه مـواد غـذایی و کیفیـت مطلوب زندگی باعث گرایش بیشتر بشر به استفاده و بهره برداری از اراضی حاشیه ای و تغییر کـاربری اراضـی گردیده است (لال، 1997). بهره برداری مفرط از منابع طبیعی و اعمال مدیریت‌های نادرست سـنتی، موجـب بروز مشکلات فراوانی شده است که از آن جمله مـی‌تـوان بـه تخریـب محـیط زیـست، کـاهش تنـوع زیـستی (گیاهی، حیوانی و میکروبی)، فرسایش خاک، بروز سیلاب‌های فـصلی و کـاهش بـاروری اراضـی اشـاره نمـود (بارگر و همکاران، 2004). دیلی (1995) تخمین زده است که 43 درصد پوشش گیاهی سطح کـره زمـین بـر اثر استفاده نادرست از اراضی کیفیت لازم برای استفاده انسان را از دسـت داده انـد. خـاک جـزء بـسیار مهـم پایداری در اکوسیستم‌ها می باشد (کارتر و همکاران، 1997). استفاده از اراضی بدون داشتن شناخت کـافی از ویژگی های خاک طی سال های متمادی باعث اختلال در فرایندهای گوناگون موجود در خاک گردیـده اسـت (لال، 1997). باتوجـــــه بـــــه اینکـــــه خـــــاک در یـــــک مـــــدت کوتـــــاه قابـــــل

تجدید نبوده و به زمانی بیش از یک تا چند نسل برای تشکیل یک سانتی متر آن نیاز می باشد (ویلیس و اوانس، 1977)، استفاده از سیستم های پایدار مدیریت خاک که متکی بر حفظ کیفیت آن و در جهت کنترل سیر روزافزون تخریب محیط زیست می‌باشد، در سال های اخیر مورد توجه سیاستمداران و برنامه ریزان در سطوح ملی و بین المللی قرار گرفته است. این فعالیت‌ها با هدف ایجاد تعادل بین میزان تولید و حفظ پایداری یا بهبود کیفیت خاک صورت می گیرد (شکل آبادی و همکاران، 1386). کیفیت خاک به صورت ظرفیت یک خاک به خصوص برای انجام وظایف محوّله به آن در محدوده معینی در اکوسیستم تعریف می‌شود به گونه ای که باعث حفظ کیفیت آب و هوا، تأمین سلامت انسان و باروری گیاه در اکوسیستم گردد (دوران و پاکین، 1994).

1-2-اهمیت مراتع

مرتع زمینی است که حداقل مدتی از سال دارای پوششی از گیاهان نوع مرتعی خودرو باشد (کردوانی، 1371). اکوسیستم های مرتعی از دیدگاه اکولوژیکی دارای اهمیت فوق العاده ای می باشند، زیرا اراضی مرتعی (مراتع، بوته زارها، بیابان‌ها و توندرا) تقریبا" $44/5\times10^8$ هکتار یا معادل 30 درصد سطح اراضی کل جهان را تشکیل می‌دهند (جیا و همکاران، 2007). همچنین مراتع دارای اهمیت اقتصادی و زیست محیطی نیز می باشند. خاک‌های مرتعی با تغییر پذیری زمانی و مکانی شدید، گسترش وسیع داشته و اهمیت زیادی در حفظ تنوع گیاهی و به طور کلی موجودات زنده در این اکوسیستم ها دارند (شکل آبادی و همکاران، 1386).

علاوه بر این، ذخیره کربن در مراتع یکی از اجزاء مهم چرخه جهانی کربن هستند و تخمین زده می‌شود که 10 تا30 درصد کربن آلی اکوسیستم های جهان (تقریبا" 761 Pg کربن) ($1\ Pg=10^{15}\ g$) در این اکوسیستم‌ها ذخیره شده است (ریچ و همکاران، 2007) که حدود 10/6 درصد آن به صورت کربن بیوماس گیاهی و مابقی (معادل 89/4 درصد) به صورت کربن خاک است (جیا و همکاران، 2007). میزان زیاد ذخیره کربن در خاک (حدود 300-330 Pg کربن آلی و 470-550 Pg کربن به شکل کربنات‌ها و معدنی در خاک) نشان می‌دهد که اکوسیستم‌های مرتعی ظرفیت بالایی برای حبس و یا ترسیب کربن (C sequestration) اتمسفر دارند. بر همین اساس، برخی مطالعات نشان می‌دهند که مراتع جهان یک منبع فعال کربن هستند و مهم تر این که ذخیره آنها در آینده ممکن است بزرگ تر شود (جنسو و همکاران، 2002 و کوی و همکاران، 2005). همچنین انتشار دی اکسید کربن از خاک‌های مرتعی بخش بزرگی از چرخه جهانی کربن را تشکیل می‌دهد (جیا و همکاران، 2007)، بنابراین مراتع نقش مهمی در تنظیم و تعدیل چرخه جهانی کربن و تغییرات جهانی اقلیم بازی می‌کنند.

مراتع طبیعی از لحاظ وسعت، محل چرای احشام یا تأمین مواد غذایی برای دام ها و همچنین حفاظت خاک و آب حائز اهمیت هستند. غذای قسمت اعظم دام های ایران از مراتع تأمین می شود و با وجود 180 میلیون نفر بهره بردار از مراتع سراسر دنیا که از 3/3 میلیارد دام از قبیل گاو، گوسفند و بز نگهداری می‌کنند، این اکوسیستم ها بسیار تحت فشار می باشند. در سال های 1950 تا 2001 جهت فراهم آوری نیاز های عمدتا" غذایی جهان، تعداد گاو از 720 میلیون رأس به 1/53 میلیارد و تعداد گوسفند و بز از 1/04

میلیارد به 1/75 میلیارد رأس افزایش یافته است. چهار پنجم از تولیدات گوشت گـاو و گوسـفند دنیـا (حـدود 52 میلیون تن) از حیوانات تغذیه کننده مراتع فراهم می شود (برون، 2009).

3-1-پایداری اکوسیستم های مرتعی

اکوسیستم‌های مرتعی یکی از منابع مهم تأمین کننده علوفه لازم برای تغذیه دام‌های ریز و درشـت بـه شـمار می‌آیند. عدم تعادل بین ظرفیت مرتع (Carrying capacity) و تعـداد دام (Stock rate) از یـک طـرف و چرای مفرط و پیوسته در اغلب نقاط جهان، از طرف دیگر موجب ایجاد تغییرات زیـادی در پوشـش گیـاهی و خصوصیات گوناگون خاک می‌شود. پیامد چنین تحولات موجب می گـردد فرآینـدهای مختلـف اکوسیـستم و پایداری (Stability) آن در دراز مدت مختل گردند (رئیسی و همکاران، 1384). در حال حاضر علوفـه مـورد نیاز دام های اهلی در کشورهای در حال توسعه متجاوز از تولید و ظرفیت پایدار مراتع و منابع دیگر می باشـد. بسیاری از مراتع آفریقا، خاور میانه، آسیای مرکزی، قسمت شمالی شبه قاره هند و بـسیاری از اراضـی شـمالی چین بر اثر چرای مفرط تخریب شده اند (برون، 2009). به همـین دلیـل امـروزه چـرا بـه عنـوان عامـل مهـم کویرزایی و بیابان زایی در برخی مراتع خشک و نیمه خشک مورد توجه متخصصین و حتـی سیاسـت مـداران قرار گرفته است (شرو، 2007).

از سوی دیگر اکوسیستم‌های مرتعی به تغییرات آب و هوا و فعالیت‌های بـشری از جملـه نـوع مـدیریت حساس و شکننده هستند به گونه ای که نتایج مطالعات گذشته حاکی از این است چـرای مفـرط و مـستمر و برداشت کامل پوشش گیاهی توسط دام باعث کاهش پوشش سطحی خاک، افـزایش سـرعت آبـدوی، کـاهش کربن خاک و افزایش فشردگی و تراکم آن می‌شود کـه پیامـد چنـین تحـولاتی افـزایش سـرعت فرسـایش و تخریب دائمی خاک است (رئیسی و همکاران، 1384). محیط زیـست ایـالات متحـده آمریکـا در سـال 1982 تخریب خاک را کاهش کیفیت آن که ناشی از فعالیت های انسانی بوده و شامل تخریب فیزیکـی، شـیمیایی و بیولوژیکی می باشد، تعریف نموده است و کاهش حاصلخیزی، از بین رفتن ساختمان خاک، فرسـایش، شـور و سدیمی شدن، اسیدی شدن، تجمع آلاینده‌ها و غرقاب شدن را نمونه هایی از تخریب عنوان می‌کند (شـیوندی و همکاران، 1385). وسعت مراتع تخریب شده در دنیا در حدود 680 میلیون هکتار می باشد. ارزیابی سـازمان ملل متحد در سال 1991 نشان داده است که نرخ کاهش تولیدات دامی از مراتع دنیا بـه بـیش از 23 میلیـارد دلار می رسد که دو سوم آن مربوط به آسیا و آفریقا می باشد (برون، 2009). دام و گیـاه در اکوسیـستم هـای طبیعی همواره در رابطه متقابل با یکدیگر می باشند و تا هنگامی که چـرای مناسـب دام انجـام مـی شـود بـه منابع اکوسیستم مانند آب، خاک و گیاه خسارتی وارد نمی گردد (وهـابی و همکـاران، 1376). اگرچـه چـرای متعادل بخشی از اندام هوایی گیاه تأثیر چندانی بر تولید گیاه نداشته و حتی می تواند باعث تحریک رشد گیاه و افزایش محصول گردد، اما چرای شدید گیاه به ویژه در مراتع حساس مناطق خـشک و نیمـه خـشک، باعـث کاهش تولید توده زنده گیاهی و تولید خالص اولیه (Net primary production) (NPP) می شود (رایـس و اونسبای، 2001). اندام های زمینی گیاه جهت به دست آوردن انرژی به شدت به اندام های هوایی وابسته انـد و کاهش شدید قسمت های هوایی گیاه نه تنها کاهش تولید انـدام زمینـی گیـاه را در پـی دارد بلکـه کـاهش کیفیت آن را نیز به دنبال دارد (رایس و اونسبای، 2001). نتیجه کاهش اندام هـای هـوایی و زمینـی گیاهـان مرتعی تقلیل تنوع گونه ایی و افزایش گونه هایی با درجه اندک خوش خوراکی برای دام مـی‌باشـد و معمـولا"

این تغییرات افزایش تبخیر و تعرق، تولید رواناب و هدررفت تدریجی مواد غذایی خاک را به همراه دارد (شکل آبادی و همکاران، 1386).

چرای بی موقع مرتع (قبل از آنکه گیاه رشد کافی کرده باشد) نیز به طرق مختلف باعث فقر و تخریب پوشش گیاهی مرتع می گردد. هنگامی که دام زودتر از فصل مناسب به مرتع فرستاده می شود، به دلیل اینکه گیاهان خوب رشد نکرده و هنوز خیلی کوچک هستند، در مقابل دام ها دوام نیاورده و مقدار زیادی از آنها توسط دام خورده می شوند و در نتیجه دام ها سطح وسیعی از مرتع را خالی از گیاه می کنند تا شکم خود را سیر کنند. همچنین چرای بی موقع ممکن است، موجب ریشه کن شدن برخی از گیاهان کوچک و یا عدم تکثیر برخی از انواع نباتات و به طور کلی مانع از رشد و ازدیاد گیاهان گردد. بردن دام، خیلی زود به مراتع ییلاقی به خصوص به مراتع سردسیری که قسمت هایی از آن زیر پوشش برف قرار می گیرد، موجب لگد کوب شدن گیاهان کوچک در زمین های مرطوب و سفت و سخت شدن خاک می گردد که نتیجه آن نابودی گیاهان کوچک و غیر قابل نفوذ شدن خاک برای هوا و آب و سرانجام از بین رفتن گیاهان دیگر است (کردوانی، 1371).

افزون بر این لگد کوب شدن خاک توسط احشام مانند خاک ورزی شدید و متواتر سبب شکسته شدن خاکدانه‌ها در لایه سطحی و فشرده شدن خاک لایه زیرین می‌شود که این فشرده شدن تغییر جوامع میکروبی و همچنین تغییر تنوع و غنای گونه ای جوامع میکروبی را به دنبال دارد (رئیسی و اسدی، 2006). جامعه میکروبی خاک، به عنوان حیاتی ترین عضو اکوسیستم، سریع تر به تغییرات مدیریتی خاک و مرتعداری واکنش نشان می‌دهد. از این رو، فعالیت این موجودات می‌تواند هر گونه تغییر در عملکرد اکولوژیکی خاک را در دراز مدت منعکس سازد (شکل آبادی و همکاران، 1386).

مطالعات متعدد در جهان اثرات چرا بر کیفیت و سلامت خاک های مرتعی را بررسی و گزارش نموده‌اند، اما هنوز داده های کافی و قطعی در مورد کیفیت خاک و روش های ارزیابی آن در خاک های مرتعی تحت چرا در اکوسیستم های خشک و نیمه خشک وجود ندارد. البته اثرات چرا بر خصوصیات خاک در همه جا یکسان نیست و به عوامل مختلف بستگی دارد که از آن جمله می‌توان به شرایط اقلیمی، نوع پوشش گیاهی، شدت چرا، مدت چرا، الگوهای چرا، نوع و تعداد دام اشاره کرد (ریدر و همکاران، 2004) به ویژه، اثر چرای بی‌رویه بر خصوصیات بیولوژیکی خاک هنوز به طور کامل مشخص نیست و روند اثرات به نوع اکوسیستم مرتعی بستگی دارد.

1-4-مراتع ایران

در کشور ما هر زمین یا سرزمینی که دارای حتی مختصر پوشش گیاهی پراکنده باشد که دام بتواند برای مدتی از علوفه موجود در آن استفاده کند، مرتع یا چراگاه نامیده می شود. از کل اراضی کشور ایران 86/1 میلیون هکتار (معادل 53/07 درصد) اراضی مرتعی و 32/58 میلیون هکتار (معادل 20/08 درصد) اراضی بیابانی می باشد. که در این میان مراتع متراکم 6/94 میلیون هکتار (معادل 8 درصد) با تراکم تاج پوشش بیش از 50 درصد (گیاهان یک و چند ساله)، مراتع نیمه متراکم با سطح 22/59 میلیون هکتار (معادل 26 درصد) با تراکم تاج پوشش 50-25 درصد و مراتع نیمه متراکم با سطح 56/58 میلیون هکتار با تراکم پوشش 25-5 درصد گیاهان یک و چند ساله، 66 درصد از مراتع کشور را به خود اختصاص می دهند.

تولید فعلی مراتع کشور بالغ بر 21/4 میلیون تن علوفه خشک در سال می باشد . در ایران 9 میلیون رأس گاو و 81 میلیون گوسفند و بز و به عبارت دیگر در مجموع 126 میلیون واحد دامی از مراتع استفاده می نمایند. اما مراتع کشور تنها می‌توانند نیاز های 37 میلیون واحد دامی را در یک دوره زمانی هفت ماهه تأمین نمایند (برون، 2009).

در حال حاضر آمار و ارقام متفاوتی از وضعیت تخریب و پایداری مراتع کشور منتشر می شود اما بررسی‌ها حاکی از این است که با توجه به روند تخریبی شدید، سطح مراتع کشور در مقایسه با سال های گذشته به شدت کاهش یافته است (شیوندی و همکاران، 1385). مراتع رشته کوه های زاگرس به دلیل بهره برداری بی رویه، چرای زود یا دیر هنگام، چرای رقابتی بین ساکنان محلی و عشایری که در تابستان به این مناطق کوچ می کنند، عدم مدیریت و کنترل دام عشایر کوچ نشین، تبدیل مراتع نسبتا" مسطح به دیمزارهای کم بازده و استفاده از مراتع برای جمع آوری سوخت مورد نیاز به شدت تخریب شده اند یا در حال تخریب تدریجی هستند (وهابی و همکاران، 1376). رضایی و همکاران (2006) و آزادی و همکاران (2009) در بررسی های خود تخریب مراتع ایران را گزارش کرده‌اند.

تنها در صورت اصلاح و احیا و حفاظت از این اکوسیستم‌ها و با اعمال مدیریت صحیح برای بهره برداری از آنها می توان به نجات مراتع از خطر تخریب امیدوار بود (شیوندی و همکاران، 1385). از طرف دیگر، در سال های اخیر فعالیت های مختلف مانند کاشت بوته و بذرپاشی مراتع، تولید بذور گیاهان مرتعی، قرق مراتع تخریب شده، احیای اراضی دیم رها شده، استفاده از مراتع بر اساس ظرفیت آن‌ها و طرح های آبخیز داری به منظور حفظ تنوع ژنتیکی گیاهان مرتعی، حفاظت خاک و کنترل سیلاب انجام گردیده است (وهابی و همکاران، 1376). با توجه به اینکه در ایران مطالعات بسیار اندک و پراکنده در خصوص تأثیر مدیریت مرتع بر خصوصیات خاک این اکوسیستم‌ها در اقلیم های متفاوت انجام گردیده است، لذا ضرورت شناخت و مدیریت صحیح این خاک‌ها و عکس العمل آنها به نوع مدیریت مرتع به خوبی احساس می‌گردد. در حقیقت شناخت اکولولوژی جوامع گیاهی و میکروبی خاک و روابط متقابل آنها در هر اکوسیستم ضروری به نظر می رسد.

1-5-اهداف اصلی طرح

هدف کلی از اجرای این طرح بررسی اثرات چرا بر روی فعالیت های میکروبی خاک، شامل معدنی شدن نیتروژن و کربن و فعالیت برخی آنزیم های خاک شامل آنزیم های آلکالاین فسفاتاز، اوره آز، اینورتاز، آریل سولفاتاز، و میزان توده زنده میکروبی شامل کربن و نیتروژن توده زنده میکروبی و در نهایت مقایسه این شاخص ها با خاک های تحت مدیریت قرق در برخی اکوسیستم های مرتعی استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد.

1-6-فرضیات تحقیق

در این مطالعه فرضیات زیر مورد آزمون قرار گرفتند:

-چرای بی رویه سبب کاهش فعالیت های میکروبی (معدنی شدن کربی، معدنی شدن نیتروژن) می گردد.

-بیوماس میکروبی خاک در مراتع تحت چرا در مقایسه با مراتع تحت قرق تفاوت دارد.

- چرای بی رویه و مستمر مرتع فعالیت آنزیم ها و سرعت واکنش های بیوشیمیایی خاک را می دهد.
-اثر چرا بر فعالیت های میکروبی و آنزیمی خاک به شرایط منطقه (نوع اقلیم، پوشش گیاهی و شرایط خاک منطقه) بستگی دارد.

1-7-ساختار پایان نامه

در این پایان نامه بعد از ارائه کلیاتی راجع به موضوع، طرح مسأله، اهداف و فرضیات تحقیق، برای آشنایی بیشتر با موضوع به بررسی و مقایسه مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته است، پرداخته می شود (فصل دوم). سپس در قسمت مواد و روش ها (فصل سوم) به تشریح کامل مناطق مورد مطالعه، مراحل انجام نمونه برداری و روش های مورد استفاده در آزمایش های انجام شده اشاره می‌گردد. در آخر به ارائه و تفسیر داده ها و نتایجی که از آزمایش های متعدد به دست آمده و بحث و گفتگو در این خصوص پرداخته خواهد شد.

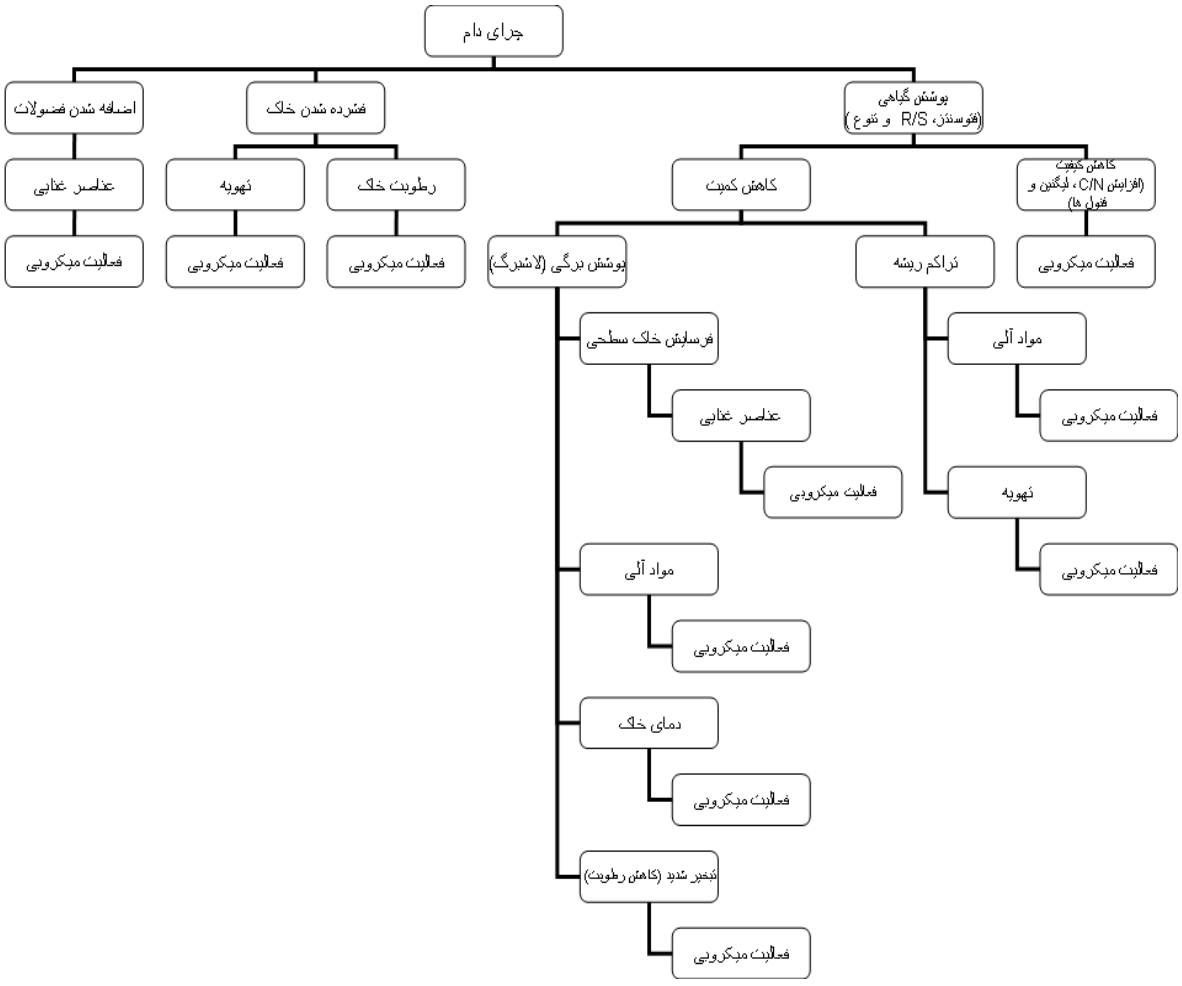
فصل دوم

پیشینه تحقیق و بررسی منابع

2-1- مقدمه

همان گونه که اشاره شد اکوسیستم های طبیعی پایدار مناسب ترین و مهم ترین منابع برای تأمین غذای کافی و مورد نیاز برای جمعیت روزافزون جهان می باشند. انسان پس از تأمین نیازهای فیزیولوژیکی خود از قبیل هوا، آب و غذا به امنیت و پایداری این منابع واقف گردیده است (سیبولد و همکاران، 1998). سلامت اکولوژیکی مراتع برای همه شهروندان و کشاورزان مهم است زیرا اراضی مرتعی کاملا" مدیریت شده منافع محیطی مثبت (از جمله غذا، آب تمیز و پاک، محل سکونت برای حیوانات وحشی و مکان فراغت و آرامش) برای آنها فراهم می کند، در حالی که مدیریت ضعیف باعث تخریب محیط و تنزل اقتصادی می شود (ریدر و همکاران، 2004). در سال های گذشته مطالعات گسترده ای در رابطه با کیفیت خاک و آب صورت گرفته و معیارهای مختلفی برای سنجش کیفیت آنها ارائه شده است. اما خاک منبعی است که مردم در فعالیت های روزانه خود به طور مستمر با آن برخورد ندارند و با افزایش شهرنشینی تعداد کمتری از مردم مستقیما" با کشاورزی و منابع طبیعی در تماس می باشند و تنها در مواردی که اتفاقات مصیبت باری نظیر سیل، رانش زمین و یا گرد و غبار حاصل از فرسایش بادی مردم را تهدید می نماید به خاک اهمیت داده می‌شود (سیبولد و همکاران، 1998). مطالعات متعددی در مورد نقش و اهمیت مدیریت مرتع بر خصوصیات مختلف خاک انجام گردیده است ولی به نظر می‌رسد اثر چرای دام بر ویژگی‌های خاک مشخص و معین نمی‌باشد و از روند یکسانی برخوردار نیست، و در هر منطقه و هر موقعیتی بسته به شرایط محیطی نتایج متفاوت و حتی گاهی متناقض به دنبال دارد. محققین هنوز هیچ رابطه عمومی و واضحی بین مدیریت چرا و خصوصیات خاک به ویژه ویژگی‌های بیولوژیکی آن پیشنهاد نکرده اند.

خاک زمانی بهترین مشخصات مورفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی را خواهد داشت که در زیر پوشش گیاهان علفی دائمی و یا جنگل دائمی باشد. چرای بیش از حد ظرفیت مرتع از عوامل مخرب خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و کاهش حاصل خیزی آن می باشد (گیوی و همکاران، 1380). چرای مفرط مراتع به طرق مختلف مستقیم و غیر مستقیم فعالیت میکروبی، واکنش های بیو شیمیایی و تنوع موجودات زنده خاک را تحت تأثیر قرار می دهد که در شکل 2-1 نمایش داده شده است. چرای حیوانات از طریق کاهش پوشش گیاهی که منجر به افزایش تبخیر از سطح خاک و افزایش تابش نور خورشید به سطح خاک می شود، باعث تغییر میکرواقلیم از جمله کاهش رطوبت و بالا رفتن دمای آن می گردد. فعالیت میکروبی خاک با کاهش رطوبت کاهش و با افزایش دما افزایش می یابد. عبور مداوم گله از یک مسیر نیز سبب فشرده شدن خاک و کاهش تهویه آن می‌گردد که کاهش فعالیت میکروبی و تنوع جمعیت میکروبی را به دنبال دارد.



شکل2-1- مکانیسم های تأثیر مستقیم و غیر مستقیم چرا بر جمعیت و فعالیت میکروبی خاک

چرای دام علاوه بر اینکه پوشش گیاهی را از بین می برد و از این طریق اثر منفی بر خواص فیزیکی خاک می گذارد حاصل خیزی آن را نیز کاهش می دهد. به طوری که خاک هایی که در منطقه قرق شده دارای پوشش متراکم علفی هستند، نسبت به خاک های منطقه چرا که پوشش گیاهی بسیار کمی دارند، دارای ماده آلی و آب قابل استفاده بیشتر، ریشه های متراکم تر و تهویه مناسب تر در لایه های سطحی هستند (گیوی و همکاران، 1380). از آن جایی که بقایای گیاهی قسمت مهم (بیش از 90 درصد) کربن (ماده) آلی موجود در خاک را تشکیل می‌دهند و ترکیبات اولیه تشکیل دهنده بقایای گیاهی بر شیمی ماده آلی تأثیر زیادی می گذارد از این رو فعالیت ریز جانداران خاک بستگی زیادی به "کمیت" و "کیفیت" بقایای گیاهی ورودی به خاک دارد و با کاهش بقایای گیاهی و ماده آلی در خاک چرا شده فعالیت میکروبی آن کاهش می یابد (کارتر، 2002).

معمولا" میزان فعالیت میکروبی و سرعت واکنش های بیوشیمیایی (تجزیه پذیری مواد آلی، تنفس خاک، معدنی شدن کربن، معدنی شدن نیتروژن، نیتریفیکاسیون و آمونیفیکاسیون، فعالیت های آنزیمی، توده زنده میکروبی و نیز ترکیب و تنوع ریز جانداران خاک) به نوع و ترکیب پوشش گیاهی، میزان تولید بیوماس گیاهی، شرایط اقلیمی (مانند دما و بارش) و برخی ویژگی های خاک (مانند تهویه، وضعیت عناصر غذایی، رطوبت، اسیدیته و فراهمی کربن) بستگی دارد که همه این عوامل ممکن است بر اثر آشفتگی (disturbance) و یا تخریب ناشی از چرای مفرط تغییر یابند. در ادامه، به بررسی و ارائه نتایج برخی مطالعات درباره اثر چرا بر ویژگی های خاک به طور عام و خصوصیات بیولوژیکی به طور خاص پرداخته می‌شود:

2-2-اثر چرا بر پوشش گیاهی

به طوری که اشاره رفت اثرات چرای دام بر ویژگی‌های گوناگون خاک را می‌توان به دو دسته اثرات "مستقیم" و اثرات "غیر مستقیم" تقسیم کرد (شکل 2-1). اولین اثر مستقیم و بارز چرای بی رویه و مستمر که ممکن است بر خاک داشته باشد، برداشت و خروج پوشش گیاهی از اکوسیستم و به دنبال آن کاهش سرعت ورود (input rate) یا کمیت مواد آلی است، که این خود باعث کاهش ورود کربن و نیتروژن آلی به خاک می‌شود، زیرا میزان ماده آلی خاک در هر زمان به تعادل بین ورود (input) از طریق اضافه شدن بقایای گیاهی و خروج (output) آن از طریق تجزیه هتروتروفی بستگی دارد. میزان تخصیص کربن به ریشه و قسمت های هوایی گیاه نیز به طور متفاوت به چرای حیوانات واکنش نشان می دهد (کوی و همکاران، 2005). همچنین چرا از طریق تغییر در ترکیب و غنای گونه‌های گیاهی، کاهش گیاهان خوش خوراک و افزایش گیاهان چوبی (با C/N، لیگنین، سلولز و همی سلولز بالا) باعث تغییر کیفیت پوشش گیاهی می شود. به عبارت دیگر کیفیت مواد گیاهی کاهش می‌یابد که این خود تغییر کیفیت ماده آلی ورودی به خاک و تجزیه پذیری ماده آلی و معمولا" کاهش فعالیت میکروبی خاک را به دنبال دارد. به طور مثال، رئیسی و اسدی (2006) اثر چرای دراز مدت را بر پویایی کربن لاشبرگ در اکوسیستم مرتعی سبز کوه استان چهار محال و بختیاری بررسی کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که اختلاف بین سرعت تجزیه لاشبرگ در منطقه چرا و منطقه قرق معنی دار نیست ($P<0/05$)، ولی این اختلاف بین گونه‌های گیاهی مطالعه شده شامل اگروپایرون (*Agropyron intermedium*)، جو پیاز دار (*Hordeum bulbosum*) و جگن

(*Juncus stenophylla*) از نظر آماری بسیار معنی دار است ($P<0/01$). آنها چنین اظهار نموده اند که ظاهرا" روند تجزیه این بقایای گیاهی در ابتدا با نسبت C/N همبستگی دارد ولی در خلال فرآیند تجزیه سایر خصوصیات کیفی لاشبرگ و شرایط محیطی خاک تأثیر گذار خواهند بود. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که در شرایط حاکم بر منطقه سبزکوه، اثر نوع لاشبرگ گیاهی و کیفیت آن بر تجزیه پذیری به مراتب ملموس تر از اثر چرا یا قرق است.

همچنین در مکان هایی با چرای سنگین بیشتر گونه های علفی یکساله با مرغوبیت کمتر یافت می‌شود. به عنوان مثال، یاتس و همکاران، (2000) پس از یک مطالعه در اراضی جنگلی استرالیا گزارش کردند که چرای احشام با کاهش پوشش گیاهان دائمی و افزایش پوشش گیاهان یک ساله همراه است. در یک مطالعه دیگر نیز وقتی چرا شدید بود، جمعیت متنوعی از بوته‌ها توسط یک گونه واحد (*Galenia africana*) جایگزین شد. تادس و همکاران (2002) اثر چرا را بر غنای گونه ایی و بیوماس گیاهان در خاک های ورتی سول در آفریقای شرقی بررسی کردند، نتایج آنها نشان می دهد که تولید بیوماس گیاهی در کرت بدون چرا بیشتر از کرت های چرا (چرای کنترل شده و چرای سنگین) است. گیل (2007) هم در گزارش خود در خصوص اثر 90 سال حفاظت از چرا بر کنترل فرایندهای ورود، خروج و ذخیره کربن در مراتع آمریکا این موضوع را تائید کرده و بیان کرده است که چرای طولانی مدت به طور معنی دار بیشینه توده زنده گیاهی را در تمام این سال‌ها در مقایسه با منطقه حفاظت شده مشابه آن کاهش داده است.

وقتی تراکم بوته بعد از چرای سنگین کاهش می یابد، نواحی با خاک فقیر از مواد غذایی گسترش می‌یابند و این منجر به تولید بوته هایی با تنه های کوچک ناشی از تقلیل عناصر غذایی خاک در سطح لنداسکیپ می شود. همچنین چرای سنگین به طور غیر مستقیم از طریق تغییر در ترکیب بوته‌ها بر خصوصیات خاک تأثیر می گذارد (آلسوپ، 1999). بارگر و همکاران (2004) اثر شدت های متفاوت چرا (1/3، 2/7، 4، 5/3 و 7 گوسفند بر هکتار در سال) بر تغییرات گروه های عامل گیاهی، کیفیت لاشبرگ و کربن خاک را در مرتع اینر مونگولیای چین بررسی کردند. آنها مشاهده نمودند که پوشش گیاهی با افزایش شدت چرا کمتر شد، که در مرحله اول به دلیل کاهش و تنزل شدید گرامینه ها (graass) (*Carex duriuscula* و *Artemisia frigida*) بود. نسبت C/N لاشبرگ، شاخص کیفی لاشبرگ، به طور معنی‌دار در شدت 4 گوسفند بر هکتار در سال نسبت به شدت 1/3 و 5/3 کمتر بود. به علاوه، یک رابطه مثبت هم بین توده لاشبرگ و پوشش *A. frigida* مشاهده شد. در یک مطالعه اثر چرا در 3 منطقه شامل: منطقه ای در ابتدای حفاظت (PP)، حفاظت متوسط (MP) و منطقه تخریب شده (HD) مقایسه گردید. در این بررسی در منطقه PP برگ های گونه های چوبی در لاشبرگ سطحی غالب بودند، در حالی که در منطقه حفاظت شده متوسط (MP) گراس‌ها غالب بودند.

در یک مطالعه دیگر که در مراتع علف مخلوط (mixed- grass) (12 سال چرا شده) و علف کوتاه (short-grass) (56 سال چرا شده) مناطق نیمه خشک آمریکا انجام شد، نتایج نشان داد که ممانعت از چرا سبب متوقف شدن و حبس کربن در برگ گیاهان در سطح زمین، و همچنین افزایش علف های یکساله و علف هایی که فاقد سیستم ریشه ایی فیبر دار متراکم هستند، می شود و تشکیل و تجمع مواد آلی خاک را به همراه داشت (ریدر و شومن، 2002). وارد و همکاران (2007) پیامدهای چرا و سوزاندن را بر دینامیک کربن در پیت لندها بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که چرا و سوزاندن هر دو ترکیب جوامع گیاهی را شدیدا"

تحت تأثیر قرار داده، به طوری که افزایش در گرامینه‌ها و کاهش Ericoid subshrubs و بریوفیت‌ها مربوط به تیمارهای کنترل چرا و کنترل سوزاندن بوده است. در مطالعه ریدر و همکاران (2004) چرای سنگین باعث غالب شدن جمعیت گراس های C4 مثل Bouteloa gracili (75 درصد از تولید توده زنده) گردید در حالی که محدود کردن چرای احشام (قرق) تولید گراس های C3 و Prickly pear (انجیر هندی خاردار) و Opuntia polycanta را افزایش داد.

در بررسی انجام شده در ارتباط با تأثیر عمق خاک بر پاسخ گونه های گیاه به چرا در بیابان های نیمه خشک توسط فولندرف و اسمینز (1998) مشاهده شد که در تیمار چرای سنگین گونه های *Hilaria belangeri* در خاک های عمیق غالب شدند و گونه های *Erioneuron pilosum* و *Bouteloua trifida* به خاک های کم عمق محدود شدند. در حالی که بعد از 45 سال قرق گونه *Eriochloa sericea* در خاک های عمیق و گونه *Beuteloua curtipendula* در خاک های کم عمق بسیار فراوان گردید. درنر و همکاران (2006) به کمک روش ایزوتوپی کربن-13 (^{13}C) برای تعیین سهم گیاهان C_3 و C_4 در ذخیره کربن کل اکوسیستم در مکانهای تحت چرا و قرق در سه مرتع جدا (جوامع علف کوتاه، علف متوسط و علف بلند) در دشت های آمریکا مشاهده نمودند که در مراتع با جوامع علف کوتاه در مکان تحت چرای طولانی مدت گیاهان C_4 (*Bouteloua gracili*) غالب شدند. این در حالی است که در مراتع علف بلند و متوسط مناطق قرق هر دو گونه C_3 و C_4 غالب گردیدند، ولی ترکیب گروه های تابع بین مکان‌های چرا و قرق تفاوتی نداشت. در هر 3 مرتع در مکانهای چرا در مقایسه با قرق بیوماس خاک سطحی کمتر بود ولی بیوماس ریشه های ریز بیشتر گردید.

به عقیده کوی و همکاران (2005) به طور کلی چرای اکوسیستم های مرتعی یا علفزارها در شدت های متوسط و ضعیف در مقایسه با قرق مرتع برای حفظ تنوع و تولید توده زنده گیاهی مفید و سودمند است در حالی که چرای مفرط منجر به کاهش تولید در مراتع می شود. تأثیر چرا بر تولید خالص اولیه (NPP) در سطح زمین، و به دنبال آن تولید لاشبرگ به طور قابل ملاحظه ای در آزمایش های مختلف متغیر است. مطالعات بسیاری حفظ یا تحریک تولید خالص اولیه (NPP) را مشاهده کردند، که اصطلاحا" پاسخ رشد جبران کننده یا خیلی جبران کننده به چرا نامیده می شود (کوی و همکاران، 2005).

2-3-اثر چرا بر خصوصیات فیزیکی خاک

رشد گیاه و سلامت اکوسیستم شدیدا" تحت تأثیر کیفیت فیزیکی خاک می باشد. توسعه ریشه گیاهان، دریافت، نگهداری و تأمین آب، کربن و مواد غذایی مورد نیاز گیاه، تبادل گاز مناسب و تأمین فضای مناسب برای فعالیت بیولوژیکی از وظایف خاک می باشد که بخش زیادی از آن تحت تأثیر خصوصیات و فرایندهای فیزیکی می باشد (شونهولتز و همکاران، 2000). در یک خاک با کیفیت فیزیکی مناسب گونه های گیاهی و جانوری به خوبی رشد می نمایند، آبشویی عناصر غذایی و علف کش‌ها از ناحیه ریشه بهینه است. برخی از خصوصیات فیزیکی خاک با زمان ثابت بوده و برخی نیز دارای تغییرات زمانی هستند، برخی دیگر به مدیریت بسیار حساس بوده و سرعت بهبود آنها متغیر می باشد (تروپ و همکاران، 1997). شونهولتز و همکاران (2000) فهرستی از خصوصیات فیزیکی خاک را پیشنهاد کرده اند که شامل: ساختمان خاک، آب در خاک، تهویه خاک، نفوذپذیری خاک، مقاومت خاک و سایر خصوصیات هستند.

یکی از اثرات مستقیم یا گاهی غیر مستقیم چرا بـر خـاک متـراکم شـدن خـاک سـطحی و در نتیجـه افزایش وزن مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل خاک سطحی بر اثر لگد کوب کردن دام و عبور مـداوم دام در سطح زمین است که با کاهش تهویه خاک و سپس اکسیداسیون مواد آلی توسط ریز جانداران یا تنفس خـاک همراه است (تروپ و همکاران، 1997). به عقیده گیوی و همکاران (1380) فشار حاصل از پای یک گوسـفند و یک گاو بر خاک به ترتیب 0/65 و 1/73 کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد. میزان ایـن فـشار هنگـامی کـه حیوان راه می رود و یا می دود بیش از دو برابر خواهد شد. به طور مثـال، در مطالعـه ای کـه توسـط تـادس و همکاران (2002) در خاک‌های ورتی سول آفریقای شرقی انجام شد فشردگی خاک در کرت‌های تحـت چـرای سنگین بالاتر از کرت‌های قرق و چرای متوسط بود و لایه های بالایی خاک بیشتر از لایه های پـایینی فـشرده شدند. حتی میزان آب خاک و سرعت نفوذ در کرت‌های قرق بهتر از کرت‌های چرا گزارش شد. ولی هدر رفـت خاک در کرت چرا وقتی که خاک بر اثر لگد کوب کردن دام طی فصل مرطـوب فـشرده ترشـده بـود، کـاهش یافت (شرو، 2007). تراکم خاک سطحی کاهش نفوذپذیری خاک را هم به دنبال دارد و ازایـن طریـق تـنفس خاک کاهش می‌یابد.

شرو، (2007) در یک مرتع مشجر (silvopasture) در سال 2002 بعـد از 11 سـال چـرا و در سـال 2004 بعد از دو سال قرق از خاک نمونه برداری کرد. خاک مرتـع در سـال 2002، 13 درصـد وزن مخـصوص ظاهری بیشتر و 7 درصد تخلخل کل کمتری در مقایسه با جنگل‌هـای مجـاور داشـت. میـانگین نفـوذ آب 38 درصد در مرتع مشجر چرا شده کمتر از جنگل های مجاور بود اما کل ذخیره آب در شش سانتی متری خـاک سطحی در ظرفیت مزرعه (FC) مشابه بود. در سال 2004 میزان نفوذپذیری خاک مرتع افزایش یافت. اگرچـه چرای دام میزان نفوذپذیری خاک، وزن مخصوص ظاهری، و تخلخل خاک را تغییر داد ولی اثرات خیلی سـریع با توقف چرا و حذف فشار از روی خاک بر عکس شد. زیرا مشاهده گردید کـه چگـالی ظـاهری (ρ_b)، تخلخـل کل و منافذ پر از هوا در مرتع بعد از 2 سال ممانعت از چرا با جنگل های مجاور یکسان شده است.

از جهت دیگر، برداشت و خروج مواد گیاهی باعث افزایش تبخیر آب از سطح خاک و در نتیجه خـشک شدن سریع لایه سطحی خاک می‌شود. در مطالعات مختلف (کوی و همکاران، 2005؛ جیا و همکـاران، 2007 و گیل، 2007) مشاهده شده است که رطوبت حجمی خاک سطحی و خـاک زیـرین در کـرت هـای قـرق در مقایسه با کرت های چرا به طور معنی دار افزایش یافت (P<0/05). در یک مطالعه دیگر تغییرات خـصوصیات خاک بعد از 5 سال قرق در یک مرتع تخریب یافتـه در شـمال چـین ارزیـابی شـد. در ایـن بررسـی تغییـرات معنی‌دار در توزیع اندازه ای ذرات و وزن مخصوص ظاهری خاک در انتهای 5 سال قرق فقـط در لایـه 2/5 -0 سانتی متری خاک مشاهده شد. نسبت شن خیلی ریز و سیلت و رس افزایش و وزن مخصوص ظـاهری خـاک در مقایسه با مراتع تحت چرا کاهش یافت. کاهش معنی دار در چگالی حجمی در عمـق 2/5 -0 سـانتی متـر در خاک قرق شده احتمالا" ناشی از بالا بودن مواد آلی، وجود سیستم های ریشه ایی کم عمق شدید و حـذف لگدکوب کردن احشام می باشد (سو و همکاران، 2004).

در گزارش ریدر و همکاران (2004) آمده است که وزن مخصوص ظاهری خـاک در عمـق 8-0 cm در تیمار چرای سنگین ($1/23+ 0/05$ Mg m^{-3}) در مقایسه خاک قرق شده ($1/02 + 0/02$ Mg m^{-3}) بیـشتر بود، و در تیمار چرای سـبک ($1/18 + 0/03$ Mg m^{-3}) در مقایـسه بـا خـاک قـرق شـده ($0/05$ Mg m^{-3} + 1/09) نیز افزایش نشان داد. با این وجود وزن مخصوص ظاهری در عمق پایین تر از 8 سانتی متر خاک تحـت

تأثیر قرار نگرفت. همچنین میزان رس خاک در عمق کل پروفیل بین تیمارهای چرا (چرای سبک و سنگین) و خاک محدوده های قرق شده مربوطه تفاوتی نداشت. اما میزان رس در عمق 60-15 سانتی متر به طور معنی‌دار در تیمار چرای سنگین و قرق شده نسبت به تیمار چرای سبک و قرق 8 تا 10 درصد بیشتر بود.

رنگ خاک هم یکی از خصوصیات فیزیکی خاک است که تحت تأثیر فاکتور های مختلف از جمله میزان مواد آلی، درجه هوموسی شدن و درجه اکسید و احیا قرار می گیرد. جانستون و همکاران (1971) تأثیر چرای طولانی مدت را بر این ویژگی خاک بررسی و مشاهده کردند که رنگ افق Ah از سیاه (10YR 2/1) تحت چرای ضعیف به خاکستری خیلی تیره (10YR 3/1) تحت چرای متوسط، به قهوه ای متمایل به خاکستری تیره (10YR 3/2) تحت چرای سنگین، و به قهوه ای تیره (10YR 3/3) تحت چرای خیلی سنگین تغییر کرد که این احتمالا" به دلیل کاهش مواد آلی با افزایش شدت چرا می باشد.

علاوه بر این، تغییر خصوصیات خاک با ریشه های گیاه رابطه خواهد داشت و این تغییرات غیر یکنواختی خصوصیات خاک را افزایش می دهد. ایمهوف و همکاران (2000) غیر یکنواختی مکانی (spatial heterogeneity) برخی خصوصیات خاک را در خاک بین گیاهان و خاک زیر تاج گیاهان در مراتع بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که وزن مخصوص ظاهری و مقاومت در مقابل نفوذ در خاک بین گیاهان و خاک زیر تاج گیاهان تفاوت معنی دار دارد. مقادیر وزن مخصوص ظاهری در خاک زیر تاج گراس‌ها کمتر از وزن مخصوص ظاهری در بین گراس‌ها و گیاهان یکساله بود. آنها معتقدند که کاهش وزن مخصوص ظاهری در فضای زیر تاج گیاهان مربوط به مقدار بیشتر توده زنده ریشه است. توزیع ویژه سیستم ریشه ممکن است تغییر پذیری خاک به دلیل تجمع مواد آلی و عناصر غذایی با تغییر در خصوصیات فیزیکی را افزایش دهد. از این رو انتظار می‌رود که چرای مرتع با تغییر در تراکم گیاه و ایجاد الگوهای موزائیک در پوشش گیاهی سطح خاک سبب ایجاد تغییراتی در ویژگی های فیزیکی خاک گردد.

همچنین، حذف مواد گیاهی از سطح خاک و تابش مستقیم نور خورشید به سطح خاک، سبب گرم شدن آن می‌شود. جانستون و همکاران (1971) در بررسی چرای طولانی مدت بر خصوصیات خاک نشان داد که در تمام طول مدت آزمایش میانگین دمای ماهیانه خاک در چرای سبک نسبت به خاک تحت چرای سنگین یا خیلی سنگین در تابستان کمتر (خنک تر) و در زمستان بیشتر (گرم تر) بود. از این رو به نظر می‌رسد که چرا با تغییر دمای خاک، بر فعالیت میکروبی و سرعت واکنش های بیوشیمیایی نیز تأثیر گذار باشد.

یکی از جنبه های بررسی ساختمان خاک به عنوان یک پارامتر فیزیکی پایداری خاکدانه ها در خاک می باشد. پایداری خاکدانه ها معرف توانایی خاک در حفظ اندازه خاکدانه ها پس از اینکه در معرض نیروهای خارجی قرار گرفت، می‌باشد. پایداری خاکدانه برای توصیف حساسیت خاک ها به فرسایش آبی و بادی، تشکیل سله، سخت شدن و تراکم خاک بسیار مفید است (تروپ و همکاران، 1997). اقلیم اثر مهمی بر جنبه های گوناگون ساختمان خاک دارد. خاک همواره در معرض چرخه های خیس و خشک شدن در اثر بارندگی، تشکیل شبنم و تبخیر و یا چرخه های یخ زدن و ذوب شدن در اثر تغییر درجه حرارت هوا مخصوصا" در فصول بهار و پاییز می باشد (آمزکتا، 1999). خشک شدن خاک باعث افزایش نقاط تماس ذرات خاک و اتصال ذرات خاک می گردد. هرچه خشک شدن بیشتر می شود، موادی مانند کربنات ها، سیلیکات ها و مولکول های آلی محلول در آب در فاز محلول غلیظ تر شده و در نقاط تماس و سطح ذرات رسوب می کند و

باعث افزایش پیوستگی (cohesion) می گردند. در نهایت رسوب ذرات کلوئیدی و مواد محلول خاک در اطراف نقاط تماس ذرات خاک باعث پایداری بیشتر خاکدانه ها می گردد (آمزکتا، 1999).

با این وجود مواد آلی در فرآیند تشکیل و پایدار سازی خاکدانه ها نقش اساسی و مهم تری دارد. مدیریت های مختلف نه تنها بر مقدار کل مواد آلی خاک اثر می گذارد بلکه باعث تغییر نسبت اجزا مختلف آن نیز می گردد و این امر به تخریب ساختمان خاک، تشکیل سله و افزایش فرسایش پذیری خاک کمک می‌نماید (استوت و همکاران، 1999). رابطه مثبت و معنی داری بین ساختمان خاک و رشد ریشه گیاه و همچنین رابطه مثبت بین کربن آلی و ساختمان خاک تحت تأثیر اقلیم وجود دارد (استوت و همکاران، 1999). چرای دام باعث کاهش ورود مواد آلی و کاهش پلیمرهای آلی، پلی ساکاریدها، ریشه های گیاهی و هیف های قارچی به خاک می گردد. از آنجایی که این مواد از عوامل پیوند دهنده ذرات معدنی و خاکدانه های ریز می باشند و نقش مهم در تشکیل خاکدانه های درشت دارند به نظر می رسد با افزایش شدت چرا در مراتع پایداری خاکدانه ها در خاک کاهش یابد.

فرنزلوبرز و همکاران (2000) تأثیر چرای دام بر پایداری خاکدانه را بررسی کردند. آنها میزان خاکدانه های درشت مقاوم در برابر آب (0/25 mm<)، میانگین وزنی قطر و پایداری آنها را اندازه گیری کردند و مشاهده نمودند این شاخص ها بین سابقه 15 سال چرا و 19 سال چرا یکسان بودند اما در مرتع دارای علف کوتاهان دورگه (hybrid bermudagrass) با سابقه 30 سال چرا، این شاخص ها 7 تا 14 درصد بیشتر از مقدار این شاخص ها در مرتع تحت 10 سال چرا بودند.

2-4-اثر چرا بر خصوصیات شیمیایی خاک

وظیفه اولیه خاک در ارتباط با کیفیت شیمیایی آن، فراهم نمودن مواد غذایی گیاه، کمک به تنظیم چرخه عناصر و انرژی در خاک و همچنین بافر نمودن عناصر و ترکیبات سمی می باشد (تروپ و همکاران، 1997). چرا می تواند فرایندهای شیمیایی خاک را از طریق تغییر فشردگی خاک یا میزان فرسایش تحت تأثیر قرار دهد و تغییر در کیفیت شیمیایی یا میزان لاشبرگ، ویژگی های چرخه عناصر غذایی را تغییر می‌دهد (گیل، 2007). به ویژه، چرا باعث تغییر برخی خصوصیات شیمیایی از جمله کاهش میزان و ذخیره عناصر غذایی مانند کربن، نیتروژن و فسفر بر اثر فرسایش سطحی خاک و تغییر pH می‌گردد. نتایج تحقیق رئیسی و اسدی (2006) نشان می‌دهد که ذخایر عناصر غذایی اندازه گیری شده شامل فسفر و پتاسیم قابل دسترس در منطقه قرق بیشتر (P<0/01) از ذخائر عناصر فسفر و پتاسیم در منطقه چرای مفرط است.

گیوی و همکاران (1380) پس از مطالعه ای که در مراتع منطقه سبز کوه استان چهار محال و بختیاری انجام دادند، این گونه بیان کردند که pH عمق 30 سانتی متری زمین قرق شده به اندازه 0/4 واحد از pH همان عمق در زمین تحت چرا کمتر است. دلایل مختلف برای کاهش pH در خاک های قرق شده ارائه می شود. هنگامی که در خاک های قرق شده مواد آلی، که مقدار ورود آن به داخل خاک بیشتر است، تجزیه می شوند، هم اسید های آلی و هم اسیدهای معدنی تولید می شوند. ساده ترین و شاید فراوان ترین این اسیدها، اسید کربنیک است که حاصل ترکیب گاز کربنیک و آب می باشد. گرچه این اسید یک اسید ضعیف می باشد ولی تولید دائم آن در خاکی که تراکم ریشه زیاد است، باعث حل شدن آهک و شستشوی آن از خاک می گردد. خارج شدن آهک از خاک موجب کاهش pH می‌گردد. جانستون و همکاران (1971) نیز