

بررسی پیامدهای گردشگری بر خصوصیات فیزیکی خاک (مطالعه موردی

ذخیره گاه جنگلی فندقلو اردبیل)

روح انگیز قاسم زاده^۱؛ شکراله اصغری^۲؛ فرشاد کیوان بهجو^۳؛ سجاد قنبری^۴ و علیرضا قمی معترضه^{۵*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و مهندسی خاک، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۴- استادیار گروه جنگلداری دانشگاه تبریز

۵- دانشجوی دکتری رشته جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت ۹۸/۱۲/۱۲-تاریخ پذیرش ۹۹/۰۱/۱۷)

چکیده:

پیامد دو نوع فعالیت بارز انسانی، یعنی تفرج و برداشت چوب عامل اصلی تغییر در اکوسیستم‌های طبیعی جنگل محسوب می‌شود. تفرج در صورتیکه کنترل، برنامه‌ریزی و مدیریت درست نشده باشد، اثر سوء خود را بر محیط جنگل خواهد گذاشت. لذا هدف از این پژوهش بررسی اثرات فعالیت‌های تفرجی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک جنگل فندقلو شامل میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها، جرم مخصوص حقیقی (Dp)، جرم مخصوص ظاهری (Db)، تخلخل کل (n)، درصد شن، سیلت و رس، رطوبت اشباع، رطوبت ظرفیت زراعی (FC)، رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP)، ظرفیت آب قابل استفاده (AWC) و کربن آلی (OC) می‌باشد. آزمایش به صورت طرح تصادفی سیستماتیک در قالب سه تیمار شامل سطح بدون تفرج (شاهد)، سطح تفرج متوسط و سطح تفرج شدید انجام شد. نمونه‌برداری خاک در امتداد ترانسکت‌ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که فعالیت‌های تفرجی در خاک جنگل به طور معنی‌دار ($P < 0/01$)، به ترتیب باعث افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به میزان ۹/۳ و ۳۰ درصد، رس به میزان ۱۲۱ و ۱۵۳ درصد، جرم مخصوص ظاهری به میزان ۳/۰۹ و ۲۳ درصد، جرم مخصوص حقیقی به میزان ۶/۴۵ و ۶/۳۹ درصد، رطوبت نقطه پژمردگی دائم به میزان ۴۱/۴۷ و ۶۲/۴۵ درصد و همچنین باعث کاهش کربن آلی به میزان ۴/۲ و ۶/۷۷ درصد، شن به میزان ۱۱/۲ و ۱۴/۳۹ درصد، رطوبت ظرفیت زراعی به میزان ۷/۱۱ و ۱۸/۱ درصد و ظرفیت آب قابل استفاده به میزان ۳۹/۴۵ و ۷۱/۷۵ درصد به ترتیب در منطقه‌ی تفرج متوسط و شدید نسبت به منطقه‌ی بدون تفرج گر (شاهد) گردید. تأثیر فعالیت‌های تفرجی بر تخلخل، رطوبت اشباع و سیلت معنی‌دار نشد. بر اساس نتایج تحقیق حاضر فعالیت‌های تفرجی از طریق افزایش جرم مخصوص ظاهری باعث فشردگی بیشتر خاک جنگلی و در نتیجه کاهش کیفیت فیزیکی خاک و توانایی نگهداری آب در خاک برای رشد گیاه می‌گردد.

کلید واژگان: تفرجگاه فندقلو، تفرج، جنگل، خاک، گردشگر

۱. مقدمه

جنگل‌ها در دوره‌های مختلف تاریخی، نقش حیاتی در بقا، توسعه و رشد جوامع انسانی داشته‌اند. جنگل به عنوان ثروت ملی برای هر کشور به ویژه کشور ما که در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است موهبت و عنایت محسوب می‌شود. جنگل، زمین و خاک را از انهدام و تخریب حفظ می‌کند. جنگل‌کاری در اراضی بایر اثر زیادی بر افزایش ترسیب کربن خاک دارد به طوری که خاک اکوسیستم جنگل در تعادل با پوشش درختی و گیاهی، مخزن اصلی کربن آلی است (Varamesh et al., 2010). همچنین می‌توان گفت پوشش جنگلی نقش مهمی در بهبود کیفیت آب و خاک، افزایش حاصلخیزی و نفوذ آب در خاک ایفا می‌کند که اهمیت فوق‌العاده‌ای در حفاظت آب و خاک دارد (Khazayi et al., 2010). با همه تحقیقات انجام گرفته در سراسر دنیا که همگی بر اهمیت جنگل در حفاظت از آب و خاک تاکید دارند، جنگل‌ها در کشورهای در حال توسعه مانند ایران همچنان مصون از تخریب نیستند و هر ساله مساحت زیادی از آن‌ها در اثر تخریب جنگل و تغییر کاربری کاسته می‌شود (Varamesh et al., 2010).

وجود جنگل‌ها به عنوان محلی برای گذراندن اوقات فراغت شهروندان در کنار شهرها بسیار مفید است (Rusterholz et al., 2009). ولی فعالیت‌های تفریحی کنترل نشده بدون شک منجر به آسیب اکوسیستم جنگل خواهد شد (Amrein et al., 2005). در طی چند قرن گذشته اثرات مخرب مربوط به فعالیت‌های تفریحی بشر رشد صعودی داشته است (Roovers et

al., 2006). مطالعات انجام گرفته در طی بیست سال گذشته نشان داده است که بدون برنامه ریزی جامع جهت حمایت لازم از تفرج‌گر و منطقه تفرجی و کنترل اثرات ناشی از آن، شرایط اکولوژیکی تفرجگاه به شدت رو به زوال می‌گذارد و بر اثر استفاده نادرست تفرجی در طولانی مدت، خطرات بسیار جدی نواحی طبیعی را در مکان‌های بدون حفاظت تهدید می‌کند که بدون شک این مهم بر پایداری جنگل اثر منفی می‌گذارد (Arocena et al., 2006).

افزایش علاقه عمومی بر فعالیت تفرجی در سرتاسر جهان به ویژه از اواخر قرن نوزدهم رشد چشمگیری داشته است (Coalter, 1996)، که این امر عمدتاً به دلیل افزایش میزان اوقات فراغت و تمرکز آن در تعطیلات آخر هفته و کاهش میزان ساعات کاری می‌باشد. پیامد دو نوع فعالیت بارز انسانی، یعنی تفرج و برداشت چوب نیز عامل اصلی تغییر در اکوسیستم‌های طبیعی جنگل محسوب می‌شود. تفرج نیز در صورتیکه کنترل و از قبل برنامه‌ریزی و مدیریت درست نشده باشد، اثر سوء خود را بر محیط خواهد گذاشت. خصوصیات خاک ترکیبی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی هستند که به شرایط تغییرات مختلف واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند و تغییر در منابع خاک احتمالاً نتایج مهمی در ساختار جامعه و فرآیندهای سطح اکوسیستم دارد (Ettema and Wardle, 2002). بنابراین ارتباط مکانی ویژه‌ای بین گیاه و خاک وجود دارد، لذا آگاهی از نحوه تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و گیاهان برای دستیابی به مدیریت بهتر ضروری است (Johnson, 2002). از عمده خصوصیات اکوسیستم که توسط تفرج‌گر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، خصوصیات خاک و پوشش گیاهی

می‌باشد. خاک یکی از سرمایه‌های اصلی جنگل بوده و درختان اغلب در برابر تغییرات فیزیکی خاک از خود حساسیت نشان می‌دهند (Mosadegh, 1996).

از عمده خصوصیات اکوسیستم که توسط تفرجگر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، خصوصیات خاک و پوشش گیاهی می‌باشد (Sarah & Zhevelev, 2007). خاک یکی از سرمایه‌های اصلی جنگل بوده و درختان اغلب در برابر تغییرات فیزیکی خاک از خود حساسیت نشان می‌دهند. تفرج شدید علاوه بر تأثیر منفی بر پوشش گیاهی می‌تواند اثرهای مخربی بر خاک جنگلی داشته باشد لذا خصوصیات فیزیکی خاک در منطقه تفرج شدید به طور چشمگیری با منطقه بدون تفرج متفاوت است. خاک به عنوان یکی از فاکتورهای محیط زیستی، توسط سطوح مختلف فعالیتهای تفرجی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Kutiel *et al.*, 1999)، البته میزان آسیب در اثر فعالیت تفرجگر به نوع استفاده، تعداد (فراوانی) تفرجگر و نوع خاک جنگلی بستگی دارد (Rusterholz *et al.*, 2009). فشردگی، فرسایش و کاهش باروری خاک جنگلی از جمله اثرات مضر و قابل توجه فعالیتهای تفرجگر می‌باشد (Arocena *et al.*, 2006) با توجه به بررسی منابع انجام گرفته ملاحظه گردید که اثرات تفرجگر بر خصوصیات فیزیکی خاک جنگلی فندقلو تا به حال به صورت جامع بررسی نگردیده است. لذا با عنایت به اینکه منطقه جنگلی فندقلو یکی از مکان‌های پر بازدید و منحصر به فرد به ویژه در فصل تابستان به شمار می‌رود لذا تحقیق حاضر بر اساس اهداف زیر اجرا گردید.

(۱) تعیین پارامترهای کمی مربوط به برخی از خصوصیات فیزیکی خاک در مناطق تحت تأثیر تفرج و منطقه بدون

تفرج (شاهد)، شامل جرم مخصوص ظاهری و حقیقی، تخلخل کل و بافت خاک.

(۲) مقایسه میزان اثرات حاصل از فعالیت‌های تفرجی بر خصوصیات فوق‌الذکر خاک در مناطق با تفرج متوسط و سنگین با منطقه بدون تفرج (شاهد).

(۳) تعیین پایداری خاکدانه‌ها و کربن آلی در مناطق تحت تأثیر تفرج و منطقه بدون تفرج (شاهد).

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در یکی از پارک‌های جنگلی شرق استان اردبیل، به نام پارک جنگلی فندقلو انجام گرفت. منطقه جنگلی هیرکانی فندقلو واقع در شرق استان اردبیل و چسبیده به جنگل‌های شمال کشور را شامل می‌شود که سطحی حدود ۴۴۲۳ هکتار شامل ۹۱۳ هکتار پوشش جنگلی و مابقی عرصه شامل مراتع و اراضی کشاورزی می‌باشد (Keivan Behjou & Pourgholi, 2019). پارک جنگلی فندقلو با مختصات جغرافیایی $38^{\circ}26'$ عرض شمالی و $38^{\circ}12'$ طول شرقی، در فاصله ۲۵ کیلومتری شهر اردبیل و در ۱۰ کیلومتری جنوب شهر نمین قرار گرفته است. از نظر اقلیمی وجود مه‌های دائمی و ریزش باران‌های فصلی رطوبت این منطقه را به حد کافی تأمین می‌نماید. طبق گزارشات هواشناسی، اقلیم منطقه در تقسیم‌بندی آمبرژه معتدل و نیمه‌مرطوب بوده، متوسط بارندگی سالیانه ۲۹۰/۴ میلی‌متر، رطوبت نسبی سالیانه ۷۰ درصد و متوسط دمای سالیانه ۹/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حداقل و حداکثر ارتفاع جنگل فندقلو از سطح دریا به ترتیب ۱۵۰۰ متر و ۱۸۰۰ متر است (Keivan Behjou & Pourgholi, 2019).

ایام تابستان و نیز ایام تعطیل سایر روزهای سال مورد تفرج سیل عظیمی از گردشگران داخلی و خارجی قرار می‌گیرد که آثار ناشی از تردد تفرج‌گر به ویژه در حاشیه جاده و پارک جنگلی بر روی خاک به وضوح قابل رویت می‌باشد.

جنگل فندقلو ۱۹ گونه جنگلی متعلق به ۸ تیره و ۱۷ جنس شناسایی شده است. در بین انواع گونه‌های شناسایی شده، گونه‌های نادری نظیر فندق، راش، بلوط، ازگیل، بیدمشک و زالزالک وجود دارد. در شکل ۱ موقعیت منطقه تفرجی مورد مطالعه در سطح کشور و استان اردبیل نشان داده شده است. این منطقه در طول



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و تصویری از پارک جنگلی فندقلو

جهت استفاده از طبیعت بود و تردد ماشین در آن وجود نداشت. در این بررسی نمونه‌برداری خاک در امتداد ترانسکت‌ها انجام شد. نحوه پیاده نمودن خطوط نمونه- برداری (ترانسکت) بدین صورت بود که اولین ترانسکت با انتخاب عدد تصادفی (بین ۱ تا ۴۰) به منظور تعیین فاصله اولین ترانسکت از حاشیه جنگل (به متر) در محل پارک جنگلی پیاده شد؛ در ادامه ترانسکت‌های بعدی در فواصل ۵۰ متری از یکدیگر پیاده گردید (روش تصادفی سیستماتیک)؛ در ضمن در محل‌هایی که امتداد ترانسکتها با مکان‌های نشستن افراد تفرج‌گر برخورد داشت، نمونه‌های خاک برداشت شد. در کل ۹۰ نمونه خاک (۳۰ نمونه از هر منطقه) برداشت شد.

۲-۲. روش کار

این مطالعه در فصل بهار انجام شد. شیب عمومی منطقه مورد مطالعه حدود ۵٪ یا کمتر بود که در کل می‌توان آن را مسطح در نظر گرفت. ابتدا سه ناحیه شامل منطقه بدون فعالیت تفرجی (شاهد)، فعالیت تفرجی متوسط (بازدید تا ۲۰۰ نفر در هفته) و فعالیت تفرجی شدید (بازدید بیش از ۲۰۰ نفر در هفته) در جنگل فندقلو انتخاب گردید. ملاک انتخاب سه منطقه‌ی تردد بدین صورت بود که منطقه‌ی تفرج شدید در ورودی جنگل و مجاور پارک قرار داشت و تفرج متوسط و بدون تفرج در محل‌های مجاور آن انتخاب شدند. نوع فعالیت‌های تفرجی در منطقه مورد مطالعه پیاده روی و نشستن

پایین آورده و بعد از پایان بهم زدن، هیدرومتر در داخل استوانه قرار می‌گیرد و بعد از ثابت شدن هیدرومتر، در زمان‌های ۳۰ و ۶۰ ثانیه و ۹۰ دقیقه و ۲۴ ساعت قرائت شده و یادداشت می‌گردد و در نهایت با استفاده از مثلث بافت خاک نوع بافت خاک به روش طبقه‌بندی امریکایی (USDA) تعیین می‌گردد.

طرح آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار فعالیت تفرجی (سطح تفرج شدید، متوسط و بدون تفرج) و در قالب ۳۰ تکرار اجرا گردید. تیمار سطح تفرج شدید در ورودی پارک به جنگل قرار داشت و تیمار سطح بدون تفرج در فاصله حدود ۱۰۰ متری از ورودی پارک به جنگل که آثار اتراق تفرج‌گر در آن ناپیدا بود انتخاب گردید. در کل ۹۰ نمونه خاک دست‌خورده و دست‌نخورده برداشته شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها به روش دانکن بعد از آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت، همچنین برای رسم اشکال مربوطه از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

۳. نتایج

جدول ۱ آمار توصیفی برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در سه سطح تفرجی در منطقه مورد مطالعه در جنگل فندقلو را نشان می‌دهد. میانگین درصد رس در خاک منطقه مورد مطالعه (منطقه بدون تفرج یا شاهد) زیر ۱۲ درصد و میانگین درصد شن بالای ۵۲ درصد می‌باشد لذا کلاس بافت خاک لوم شنی بوده و در گروه خاک‌های درشت بافت قرار می‌گیرد. در خاک جنگل فندقلو به علت وجود کربن آلی زیاد (۶/۲۴ تا ۷/۸ درصد)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) بزرگ است. به طوری که MWD از ۱/۰۹ تا ۲/۵۲mm تغییر نمود.

نمونه‌های خاک دست‌نخورده با استفاده از استوانه‌های فولادی با قطر ۵ و ارتفاع ۴ سانتی‌متر و نمونه‌های خاک دست‌خورده (با حداقل دست‌خوردگی) از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک با بیلچه برداشته شد. نمونه‌های دست‌خورده در آزمایشگاه هوا خشک گردید سپس از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. در نمونه‌های دست‌خورده بافت خاک به روش هیدرومتری ۴ قرائته، جرم مخصوص حقیقی (D_p) به روش پیکنومتر، رطوبت نقطه پژمردگی دائم (PWP) به روش صفحه فشاری، کربن آلی (OC) به روش والکلی- بلک، میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها با دستگاه الک تر اندازه‌گیری گردید (Asghari et al., 2016). پارامترهای جرم مخصوص ظاهری (D_b) به روش استوانه و رطوبت ظرفیت زراعی (FC) به روش صفحه فشاری و نیز رطوبت اشباع به روش وزنی در نمونه دست‌نخورده اندازه‌گیری شد. همچنین تخلخل کل از روی داده‌های جرم مخصوص ظاهری و حقیقی و آب قابل استفاده از روی داده‌های FC و PWP محاسبه گردید (Asghari et al., 2016). برای اندازه‌گیری بافت خاک از روش ۴ قرائته هیدرومتری استفاده شد. برای این منظور ۴۰ گرم خاک هوا خشک توزین شده، به درون یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتر انتقال داده می‌شود و حدود ۱۰۰ میلی‌لیتر هگزا متافسفات سدیم به آن اضافه می‌گردد. بعد از ۲۴ ساعت محتویات ارلن مایر به لیوان مخلوط‌کن یا بهم زن خاک منتقل شده و به مدت پنج دقیقه کاملاً بهم زده می‌شود. سپس محتویات آن به درون یک استوانه یک لیتری انتقال داده شده و با افزودن آب مقطر حجم آن را به ۱۰۰۰ میلی‌لیتر می‌رساند. همزن دستی را در درون استوانه برای بهم زدن کامل سوسپانسیون خاک بالا و

جدول ۱- آمار توصیفی خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده در خاک مورد مطالعه

ویژگی خاک	منطقه مطالعه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	خطای معیار
Clay (%)	بدون تفرج (شاهد)	۳/۳۳	۵/۸۵	۴/۶۲	۰/۶۸	۱۴/۷	۰/۱۲
	تفرج متوسط	۶/۵۳	۱۳/۴۸	۱۰/۲۱	۲/۲۹	۲۲/۴	۰/۴۱
	تفرج شدید	۱/۳۳	۲۷/۰۴	۱۱/۶۹	۲/۶۷	۲۲/۸	۱/۵۸
Sand (%)	بدون تفرج (شاهد)	۵۳/۸۱	۷۷/۳۸	۶۱/۸۳	۵/۹۴	۹/۶	۱/۰۸
	تفرج متوسط	۴۸/۰۸	۷۱/۰۰	۵۴/۸۸	۵/۸۵	۱۰/۶	۱/۰۶
	تفرج شدید	۲۸/۶۷	۷۹/۹۶	۵۲/۹۳	۱۶/۱۶	۳۰/۵	۳/۱۳
Silt (%)	بدون تفرج (شاهد)	۱۹/۲۹	۴۱/۱۸	۳۳/۵۴	۵/۸۵	۱۷/۴۴	۱/۰۶
	تفرج متوسط	۱۶/۵۷	۴۲/۶۷	۳۴/۹۰	۵/۸۴	۱۶/۷۳	۱/۰۶
	تفرج شدید	۱۷/۷۱	۴۹/۷۷	۳۵/۳۶	۱۰/۰۲	۲۸/۳۳	۱/۸۳
OC (%)	بدون تفرج (شاهد)	۶/۲۴	۷/۶۰	۷/۰۹	۰/۳۴۱	۴/۸	۰/۰۵
	تفرج متوسط	۶/۲۵	۷/۳۲	۶/۷۹	۰/۲۷۹	1/4	۰/۰۵
	تفرج شدید	۵/۶۲	۷/۸۰	۶/۶۱	۰/۵۳۲	۸/۰۴	۰/۰۹
MWD (mm)	بدون تفرج (شاهد)	۱/۰۹	۱/۹۹	۱/۵	۰/۲۵۹	۱۷/۲۶	۰/۰۴
	تفرج متوسط	۱/۱۲	۲/۳۱	۱/۶۴	۰/۴۱۲	۲۵/۱۲	۰/۰۷
	تفرج شدید	۱/۱۳	۲/۵۲	۱/۹۵	۰/۳۵۸	۱۸/۳۲	۰/۰۶
θ_s (% v/v)	بدون تفرج (شاهد)	۱۸/۵۷	۴۸/۸۹	۳۸/۸۸	۷/۷۰	۱۹/۸	۱/۷۷
	تفرج متوسط	۲۱/۶۵	۵۵/۳۸	۳۸/۲۷	۳/۱۲	۸/۱۵	۰/۵۶
	تفرج شدید	۳۱/۵۹	۴۲/۶۸	۳۷/۲۴	۴/۳۸	۱۱/۷۶	۲/۶۲
FC (% v/v)	بدون تفرج (شاهد)	۱۵/۸۴	۴۹/۵۴	۳۶/۲۶	۳/۱۵	۸/۶۸	۰/۵۷
	تفرج متوسط	۱۸/۱۷	۴۲/۵۴	۳۳/۶۸	۳/۶۹	۱۰/۹۶	۰/۶۷
	تفرج شدید	۲۱/۶۲	۳۳/۳۵	۲۹/۶۹	۶/۶۷	۲۲/۴۷	۱/۹۴
PWP (% v/v)	بدون تفرج (شاهد)	۱۱/۵۴	۱۸/۹۰	۱۴/۴۹	۱/۷۸	۱۲/۲۸	۰/۳۲
	تفرج متوسط	۲۱/۲۹	۳۲/۷۵	۲۰/۵	۳/۵۷	۱۷/۴۱	۰/۶۵
	بدون تفرج (شاهد)	۳/۱۲	۴۱/۲۲	۲۱/۷۷	۱/۰۵	۴/۸۴	۰/۳۷
AWC (% v/v)	تفرج متوسط	۶/۹۶	۲۴/۲۲	۱۳/۱۸	۳/۷۱	۲۸/۱۵	۰/۶۷
	تفرج شدید	۵/۵۱	۱۱/۳۵	۶/۱۵	۱/۱۲	۱۸/۲۱	۱/۴۰
	بدون تفرج (شاهد)	۲/۱۰	۲/۴۶	۲/۱۹	۰/۰۸	۳/۶۹	۰/۰۱
D_p (g cm ⁻³)	تفرج متوسط	۲	۲/۳۶	۲/۲۰	۰/۰۶	۳/۰۴	۰/۰۱
	تفرج شدید	۲/۰۴	۲/۸۲	۲/۳۳	۰/۱۲	۵/۴۹	۰/۰۲
	بدون تفرج (شاهد)	۰/۵۴	۱/۳۴	۰/۹۷	۰/۱۷	۱۰/۳۰	۰/۰۳
D_b (g cm ⁻³)	تفرج متوسط	۰/۷۴	۱/۱۴	۱/۰۰	۰/۱۱	۱۰	۰/۰۲
	تفرج شدید	۱/۰۲	۱/۳۸	۱/۲۰	۰/۱۱	۷/۸۳	۰/۰۱
	بدون تفرج (شاهد)	۴۱/۲۹	۷۵/۰۴	۵۵/۵۵	۷/۸۰	۱۴/۰۴	۱/۴۲
n (% v/v)	تفرج متوسط	۴۶/۵۳	۶۶/۹۶	۵۴/۶۸	۵/۶	۱۰/۲۱	۱/۰۲
	تفرج شدید	۴۱/۸۴	۷۳/۶۰	۵۴/۰۶	۷/۳۸	۱۳/۶۵	۱/۳۴

نسبت داد. میزان رطوبت اشباع و ظرفیت آب قابل استفاده (AWC) در منطقه‌ی بدون تفرج (شاهد) به ترتیب از ۱۸/۵۷ تا ۵۵/۳۸ و ۳/۱۲ تا ۴۱/۲۲ درصد متغیر بود جدول ۱ که علت پایین بودن رطوبت اشباع علی‌رغم بالا بودن کربن آلی را می‌توان به بالا بودن شن و افزایش منافذ ماکرو نسبت داد. هم‌چنین علت بالا بودن ظرفیت آب قابل استفاده در خاک جنگلی فندقلو علی‌رغم بالا بودن شن و درشت بودن بافت خاک، بالا بودن کربن آلی است.

میزان رس، شن و سیلت خاک جنگل فندقلو (منطقه‌ی بدون تفرج یا شاهد) به ترتیب از ۳/۳۳ تا ۵/۸۵، ۵۳/۸۱ تا ۷۷/۳۸ و ۱۹/۲۹ تا ۴۱/۱۸ درصد تغییر نمود (جدول ۱). میزان جرم مخصوص ظاهری و حقیقی و تخلخل در منطقه‌ی بدون تفرج (شاهد) به ترتیب از 0.54 g cm^{-3} تا 1.34 g cm^{-3} ، ۲ تا ۲/۳۶ و ۴۱/۲۹ تا ۷۵/۰۴ درصد تغییر نمود جدول ۱ که در مقاسیه با خاک‌های معدنی منطقه نیمه‌خشک استان اردبیل دارای جرم مخصوص ظاهری و حقیقی پایین و تخلخل کل بالاتری است که علت آن را می‌توان به بالا بودن میزان کربن آلی خاک

جدول ۲ - تجزیه واریانس تأثیر فعالیت تفرجی بر خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده در خاک مورد مطالعه

ویژگی خاک	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره F	سطح معنی‌داری
Clay	۲۹	۲۷/۰۰	۱۵/۴۷	۰/۰۰۰**
Sand	۲۹	۱۲۱/۴۶	۵/۴۱	۰/۰۰۶**
Silt	۲۹	۵۶/۳۰	۰/۴۸	۰/۶۳ ^{NS}
OC	۲۹	۰/۱۵	۱۱/۳۸	۰/۰۰۰**
MWD	۲۹	۰/۱۵	۱۳/۰۰	۰/۰۰۰**
Θs	۲۹	۱۰۳/۵۵	۰/۹۱۶	۰/۰۰۰ ^{NS}
FC	۲۹	۴۵/۸۷	۹۹/۷۶	۰/۰۰۰**
PWP	۲۹	۱۷/۲۹	۹۹/۰۲	۰/۰۰۰**
AWC	۲۹	۲۵/۶۶	۲۶/۸۸	۰/۰۰۰**
Dp	۲۹	۰/۰۰۹	۱۹/۰۶	۰/۰۰۰**
Db	۲۹	۰/۰۱	۲۵/۷۷	۰/۰۰۰**
N	۲۹	۴۸/۹۷	۰/۳۴۳	۰/۷۱۱ ^{NS}

NS غیر معنی‌دار و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

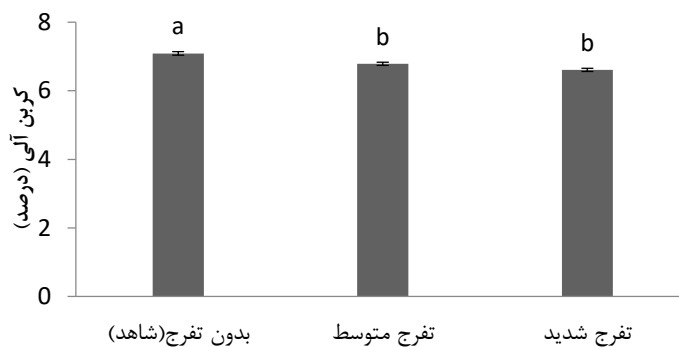
ns.Dp.Db.AWC.PWP.FC.Θs.MWD.OC.Silt.Clay.Sand و به ترتیب شن، رس، سیلت، کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، رطوبت اشباع، رطوبت ظرفیت زراعی، رطوبت نقطه پژمردگی دائم، ظرفیت آب قابل دسترس، جرم مخصوص حقیقی، جرم مخصوص ظاهری و تخلخل کل.

ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات فعالیت‌های تفرجی بر کربن آلی خاک در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). شکل ۲ نشان می‌دهد که در اثر انجام فعالیت‌های تفرجی در جنگل

اگرچه کربن آلی جز خصوصیات شیمیایی خاک محسوب می‌شود ولی با توجه به اینکه اکثر پارامترهای کیفیت فیزیکی خاک تحت تأثیر این پارامتر قرار می‌گیرد لذا در تحقیق حاضر کربن آلی خاک نیز اندازه‌گیری و مورد

شدید نسبت به منطقه‌ی شاهد می‌باشد. با وجود این بین مقادیر کربن آلی در منطقه‌ی تفرج متوسط و شدید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

میزان کربن آلی خاک در مناطق تحت تفرج متوسط و شدید نسبت به منطقه بدون تفرج (شاهد) به طور معنی‌داری کاهش یافته است، مقدار این کاهش ۴/۲ درصد در منطقه‌ی با تفرج متوسط و ۶/۷۷ درصد در منطقه‌ی تفرج

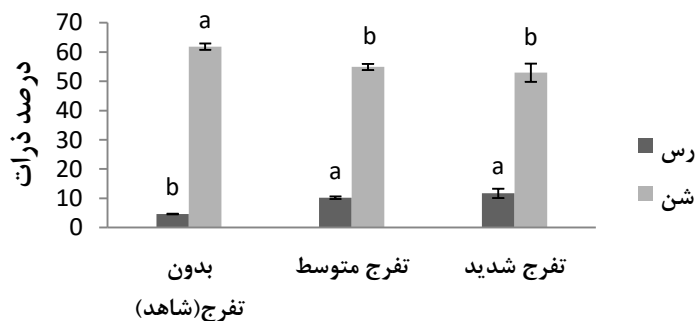


شکل ۲- اثر فعالیت تفرجی بر میزان کربن آلی خاک

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). میله‌های روی ستون‌ها نشان دهنده‌ی مقادیر خطای معیار می‌باشد.

در جذب آب و هوا و انتقال آن‌ها، گسترش ریشه‌ها، هدایت حرارتی و قدرت ساختمان خاک اهمیت فراوانی دارد. تجزیه واریانس نشان داد که اثرات فعالیت‌های تفرجی بر میزان رس و شن خاک در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات فعالیت تفرجی بر رس و شن خاک در شکل ۳ نشان داده شده است.

به دلیل سطح ویژه بالا در رس، تأثیر آن در خواص فیزیکی چشمگیر است و از نظر کشاورزی خاکی آرمانی است که ۱۰-۲۰ درصد رس، ۵-۱۰ درصد ماده آلی و بقیه به تساوی شن و سیلت باشد. وجود رس فراوان در خاک متضمن توانایی خاک برای رشد گیاهان مختلف می‌باشد. خاک درشت بافت تخلخل کمتری در مقایسه با خاک سنگین بافت دارد، ولی اندازه‌ی خلل و فرج در خاک‌های درشت بافت بزرگ‌تر است که این خلل و فرج

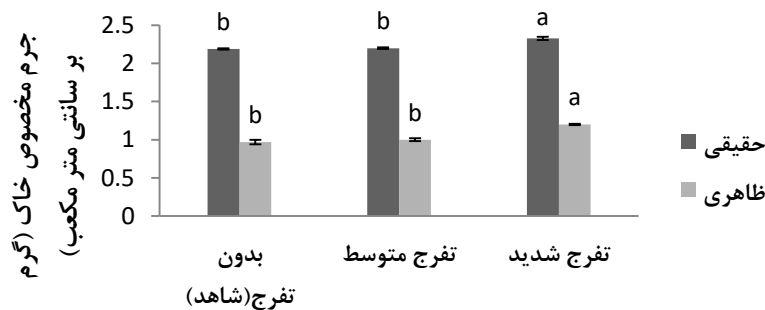


شکل ۳- اثر فعالیت تفرجی بر میزان رس و شن خاک

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). میله‌های روی ستون‌ها نشان دهنده‌ی مقادیر خطای معیار می‌باشد.

با توجه به جدول ۲، اثرات فعالیت‌های تفرجی بر جرم مخصوص حقیقی و ظاهری خاک در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات فعالیت تفرجی بر جرم مخصوص حقیقی و ظاهری خاک در شکل ۴ نشان داده شده است. شکل ۳ نشان می‌دهد که خاک منطقه جنگلی فندقلو (بدون تفرج) به دلیل داشتن کربن آلی شکل ۲ بالا دارای جرم مخصوص ظاهری 0.97 g cm^{-3} و جرم مخصوص حقیقی 1.93 g cm^{-3} می‌باشد. که در مقایسه با مقادیر جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک‌های معدنی به مراتب کمتر است. در اثر افزایش فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک هر دو در منطقه تفرج شدید نسبت به منطقه بدون تفرج (شاهد) و تفرج متوسط به طور معنی‌داری افزایش یافت، میزان این افزایش در جرم مخصوص ظاهری ۲۳ درصد و در جرم مخصوص حقیقی ۶/۳۹ درصد در منطقه تفرج شدید نسبت به منطقه شاهد بود. با این وجود، بین مقادیر جرم مخصوص حقیقی و ظاهری خاک در مناطق تفرج متوسط و بدون تفرج (شاهد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اگرچه جرم مخصوص حقیقی و ظاهری در منطقه تفرج متوسط نسبت به منطقه شاهد به ترتیب ۰/۴۵ درصد و ۳/۰۹ درصد افزایش نشان داد.

شکل ۳ نشان می‌دهد که خاک مورد آزمایش دارای حدود ۶۲ درصد شن و ۳ درصد رس می‌باشد (منطقه بدون تفرج)، بنابراین کلاس بافت خاک لوم شنی است. در اثر افزایش فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان شن خاک در مناطق تحت تفرج متوسط و شدید نسبت به منطقه بدون تفرج (شاهد) به طور معنی‌داری کاهش یافت مقدار این کاهش به ۱۱/۲ درصد در منطقه تفرج متوسط و ۱۴/۳۹ درصد در تفرج شدید نسبت به منطقه شاهد بود. در اثر افزایش فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان رس خاک در مناطق تحت تفرج متوسط و شدید نسبت به منطقه بدون تفرج (شاهد) به طور معنی‌داری افزایش یافت. مقدار این افزایش ۱۲۱ درصد در منطقه تفرج متوسط و ۱۵۳ درصد در تفرج شدید نسبت به منطقه شاهد بود. به نظر می‌رسد در اثر لگدمال شدن خاک به علت برپا کردن چادر و نیز روشن کردن اجاق با هیزم و حتی تردد وسایل نقلیه موتوری طی سالیان متمادی ذرات درشت خاک در اثر تخریب فیزیکی خرد شده و بر میزان ذرات ریز خاک در مقایسه با مناطق شاهد (بدون تفرج) افزوده شده است. با وجود این بین میزان رس و شن در دو منطقه تفرج متوسط و شدید اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.



شکل ۴- اثر فعالیت تفرجی بر میزان جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک

افزایش یافت. کاهش جرم مخصوص ظاهری و حقیقی را نیز می‌توان به کاهش کربن آلی شکل ۲ در فاز جامد خاک نسبت داد. به خاطر اینکه ذرات آلی فاز جامد خاک به مراتب دارای جرم مخصوص حقیقی کوچک‌تری نسبت به ذرات معدنی هستند (Hillel, 2003). جدول ۳ همبستگی پیرسون بین خصوصیات اندازه‌گیری شده در خاک جنگلی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (آزمون دانکن). میله‌های روی ستون‌ها نشان دهنده‌ی مقادیر خطای معیار می‌باشد. در توجیه افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌توان چنین گفت که به دلیل افزایش لگدمالی ناشی از فعالیت‌های تفرجی و افزایش فشردگی خاک حجم منافذ و در نتیجه حجم کل خاک و جرم واحد حجم خاک

جدول ۳- همبستگی پیرسون بین برخی خصوصیات اندازه‌گیری شده در خاک جنگلی مورد مطالعه

ویژگی‌های خاک	رس (%)	شن (%)	کربن آلی (%)	MWD (mm)	AWC (%)
رس	۱	-۰/۸۲۲**	-۰/۲۸۳**	۰/۷۴۵**	۰/۲۵۸*
شن		۱	۰/۲۶۹*	-۰/۵۷۴**	-۰/۰۹ ^{NS}
کربن آلی			۱	۰/۲۵۴*	-۰/۱۲۸ ^{NS}
MWD				۱	۰/۲۷۸**
AWC					۱

***، ** و NS به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار. MWD و AWC به ترتیب میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و ظرفیت آب قابل استفاده.

دیگر با افزایش رس، خاکدانه‌های قوی و پایدار تشکیل شده و منجر به افزایش آب قابل استفاده می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه اثر فعالیت‌های تفرجی بر خصوصیات فیزیکی خاک جنگل فندقلو در سه سطح تفرج (بدون تفرج، تفرج متوسط و تفرج شدید) مورد بررسی قرار گرفت و در اثر حضور تفرج‌گر در جنگل و افزایش فعالیت‌های تفرجی، خاک فشرده شده و میزان پارامتر-های جرم مخصوص ظاهری (D_b) و جرم مخصوص حقیقی (D_p) به طور معنی‌دار افزایش یافت. خاک‌های منطقه فندقلو به علت پوشش جنگلی در مقایسه با سایر خاک‌های واقع شده در منطقه نیمه خشک اردبیل دارای خاکدانه‌های درشت و پایدارتری هستند. در این راستا

مقادیر ضریب همبستگی جدول ۳ بین ویژگی‌های خاک نشان می‌دهد که بین میانگین وزنی قطر (MWD) خاکدانه‌ها و درصد رس و شن و کربن آلی و ظرفیت آب قابل استفاده در خاک جنگلی مورد مطالعه همبستگی معنی‌دار ($P < 0.05$ و $P < 0.01$) وجود دارد که معادله رگرسیونی و ضریب همبستگی برای آن‌ها نشان داده شده است. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین MWD و رس و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار بین MWD با شن به دست آمد. با توجه به جدول ۳ رابطه همبستگی MWD با AWC به طور مثبت و معنی‌دار می‌باشد که علت آن را می‌توان به همبستگی مثبت و معنی‌دار MWD با رس و نیز AWC با رس نسبت داد. به عبارت

(شاهد) به طور معنی‌داری افزایش داشته است. با توجه به بررسی منابع صورت گرفته در این تحقیق، مطالعه زیادی بر روی تأثیر تفرج‌گر بر توزیع اندازه‌ی ذرات خاک صورت نگرفته است؛ لذا امکان مقایسه دقیق نتایج در این قسمت میسر نشد. اما Bakhshi و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای که به منظور بررسی تأثیر تفرج بر زادآوری، پوشش علفی و خاک در پارک جنگلی نور انجام دادند به این نتیجه رسیدند که در اثر فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان رس و شن خاک در منطقه‌ی تحت تفرج نسبت به منطقه‌ی شاهد تغییر معنی‌داری نداشت. بخش دیگری از نتایج آشکار ساخت که در اثر افزایش فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک هر دو در منطقه‌ی تفرج شدید نسبت به منطقه بدون تفرج (شاهد) و تفرج متوسط به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. این نتایج با یافته‌های سایر محققان مطابقت دارد. در مطالعات Ampoorter و همکاران (۲۰۱۰) روی تأثیر وزن و شدت ترافیک ماشین‌آلات بر فشردگی خاک جنگلی، افزایش هفت درصدی جرم مخصوص ظاهری خاک در منطقه‌ی دست‌خورده نسبت به منطقه شاهد گزارش گردید. Cakir و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش ۱۱۷ درصدی جرم مخصوص ظاهری را در اثر فعالیت‌های تفرجی در جنگل‌های بلگراد ترکیه گزارش کردند. Eshaghi و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر فعالیت‌های تفرجی بر خاک پارک جنگلی چقاسبزی ایلام افزایش ۴/۵ درصدی جرم مخصوص ظاهری را گزارش کردند. نتایج تحقیق Salehi و همکاران (۲۰۱۲) در جنگل‌های تخریب یافته حوزه شهرستان پل دختر نیز افزایش ۱۰ درصدی جرم مخصوص حقیقی را نشان دهد

Asghari و همکاران (۲۰۱۱) میزان پارامتر کربن آلی و MWD را برای خاک مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی که در فاصله حدود ۲۰ کیلومتری جنگل فندقلو واقع شده است به ترتیب ۱/۲۴ درصد و ۰/۲۹ mm گزارش نمود. نتایج نشان می‌دهد که در اثر انجام فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان کربن آلی خاک در مناطق تحت تفرج متوسط و شدید نسبت به منطقه بدون تفرج (شاهد) به طور معنی‌داری کاهش یافته است. Cakir و همکاران (۲۰۱۰) نیز کاهش ماده آلی را از ۷/۶۹ درصد برای نواحی بدون تفرج‌گر به ۱/۳۲ درصد برای نواحی گردشگری در یکی از مناطق جنگلی ترکیه گزارش نمودند. Eshaghi و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی تأثیر فعالیت‌های تفرجی بر خاک پارک جنگلی چقاسبزی ایلام گزارش کردند که کربن آلی در مناطق با تفرج شدید ۲/۵ درصد و در مناطقی با تفرج متوسط و بدون تفرج ۳/۹ درصد بود که بیانگر کاهش کربن آلی در اثر فعالیت تفرجی می‌باشد. Salehi و همکاران (۲۰۱۲) ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را در جنگل‌های تخریب یافته حوزه شهرستان پل دختر بررسی کردند. نتایج نشان داد که کربن آلی از ۳/۲۳ درصد به ۱/۸۳ درصد، در اثر تخریب خاک جنگلی تغییر پیدا کرد. زیرا در اثر فعالیت‌های تفرجی و لگدمالی ناشی از آن گیاهان تخریب یافته و از میزان کربن آلی خاک کاسته می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که در اثر افزایش فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان شن خاک در مناطق تحت تفرج متوسط و شدید نسبت به منطقه بدون تفرج (شاهد) به طور معنی‌داری کاهش یافت اما از طرفی در اثر افزایش فعالیت‌های تفرجی در جنگل میزان رس خاک در مناطق تحت تفرج متوسط و شدید نسبت به منطقه بدون تفرج

افزایش می‌یابد که با نتایج محققان دیگر مثل (Chenu *et al.*, 2000) هم‌خوانی دارد.

با توجه به اینکه جنگل اکوسیستمی است که ریالی نمودن کل ارزش‌های اقتصادی آن مشکل است، همچنین با توجه به تجدید ناپذیر بودن منابع نفتی کشور و لزوم ایجاد یک منبع درآمدی کلان برای کشور و بحث ترویج و توسعه گردشگری در کشور، با یک مدیریت قوی می‌توان ضمن حفظ و گسترش جنگل‌های طبیعی منبع درآمدی از راه اکوتوریسم را نیز به فهرست منابع درآمدی کشور افزود. اما با عنایت به تخریب کمی و کیفی روزافزون سطح پارک جنگلی فندقلو و منحصر به فرد بودن اکوسیستم این جنگل در سطح استان و کشور در اثر حضور و استفاده نابجای انسان، لازم است مدیریت بهتری در استفاده از این موهبت خدادادی اعمال شود و مسیرها و زمان‌های خاصی برای استفاده تفریحی افراد تعیین گردد.

References

Ampoorter, E., Van Nevel, L., De Vos, B., Hermy, M., and Verheyen, K. (2010). Assessing the effects of initial soil characteristics, machine mass and traffic intensity on forest soil compaction. *Forest Ecology and Management*, 260(10): 1664-1676.

Amrein, D., Rusterholz, H.P., and Baur, B. (2005). Disturbance of suburban *Fagus* forests by recreational activities: Effects on soil characteristics, above-ground vegetation and seed bank. *Applied Vegetation Science*, 8(2): 175-182.

Arocena, J.M., Nepal, S.K., and Rutherford, M. (2006). Visitor-induced changes in the chemical composition of soils in backcountry areas of Mt Robson Provincial Park, British Columbia, Canada. *Journal of Environmental Management*, 79(1): 10-19.

در تحقیق حاضر همبستگی بین MWD با کربن آلی اگرچه مثبت و معنی‌دار شد ولی از نظر درجه‌ی همبستگی بعد از رابطه MWD با رس قرار دارد. این نکته بیانگر این است که رس و کربن آلی از عوامل مثبت در خاکدانه‌سازی بوده ولی شن تأثیر منفی در خاکدانه‌سازی دارد. این نتایج با یافته‌های Skidmore و Layton (۱۹۹۲) دارد که اظهار داشتند پایداری خاکدانه‌های خشک با مقدار رس دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود ($r=0/97$). رس یکی از عوامل سیمانی کننده قوی ذرات خاک به یکدیگر بوده و نقش کلیدی در پایداری خاکدانه‌ها دارد (Hillel, 2003). اثر مثبت رس بر فرآیند خاکدانه سازی به دلیل نقش آن در هم آوری و چسبندگی ذرات خاک می‌باشد. اثر مثبت رس بر پایداری خاکدانه توسط محققان زیادی تایید شده است (Tajik, 2004). با افزایش کربن آلی، میانگین وزنی قطر خاکدانه

Asghari, S. (2011). Effects of Tabriz Petrochemical Sewage Sludge on Organic Carbon, Aggregate Stability Indices and Consistency Limits of a Semiarid Soil. *Journal of Water and Soil*, 25(3): 530-539.

Asghari, S., Ahmadnejad, S. & Keivan Behjou, F. (2016). Deforestation effects on soil quality and water retention curve parameters in eastern Ardabil, Iran. *Eurasian Soil Sc.* 49, 338-346.

Bakhshi, H., Namiranian, M., Makhdoom, M., and Zahedi Amiri, G. (2012). The impact of recreation on regeneration, herbaceous cover and soil quality (A case study: Nour forest park) *Journal of Forest and Wood Products*, 65(3): 271-283.

Cakir, M., Makineci, E., and Kumbasli, M. (2010). Comparative study on soil properties in a picnic and undisturbed area of Belgrad forest, Istanbul. *Journal of Environmental Biology*, 31(1): 125.

- Chenu, C., Le Bissonnais, Y., and Arrouays, D. (2000). Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Science Society of America Journal*, 64(4): 1479-1486.
- Coalter, F. Trends in sports participation. in Institute for leisure and amenity management annual conference, Birmingham. 1996.
- Ettema, C.H. and Wardle, D.A. (2002). Spatial soil ecology. *Trends in ecology & evolution*, 17(4): 177-183.
- Eshaghi Rad, J., Heidari, M., Mahdavi, A., and Zeinivandzadeh, M. (2011). Impact of recreational activities on vegetation and soil in forest park(Case study: Choghasabz forest park-Ilam). *Iranian Journal of Forest*, 3(1): 71-80.
- Hillel, D. (2003). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier.
- Johnson, R.M., Downer, R.G., Bradow, J.M., Bauer, P.J., and Sadler, E.J. (2002). Variability in cotton fiber yield, fiber quality, and soil properties in a southeastern coastal plain. *Agronomy Journal*, 94(6): 1305-1316.
- Khazayi, M., Sadeghi, S.H.R., and Mirnia, S.K. (2011). Hydrological effects of forest surface disturbance, a case study. *Iranian Journal of Forest*, 3(2): 145-155.
- Keivan Behjou.F., Pourgholi. Z. (2019). Comparative assessment of tree and shrub species diversity in protected and under-recreational management conditions in Fandoghlu forest of Ardabil. *Journal of plant research*. 32 (3): 647-658.
- Kutiel, P., Zhevelev, H. and Harrison, R. (1999). The effect of recreational impacts on soil and vegetation of established coastal dunes in the Sharon park, Israel. *Ocean Coastal Management*. 42: 1041- 1060.
- Mosadegh, A. (1996). *Silviculture*. University of Tehran press, Tehran, Iran: 481.
- Roovers, P., Dumont, B., Gulinck, H., and Hermy, M. (2006). Recreationists' perceived obstruction of field and shrub layer vegetation. *Urban forestry & urban greening*, 4(2): 47-53.
- Rusterholz, H.-P., Kissling, M., and Baur, B. (2009). Disturbances by human trampling alter the performance, sexual reproduction and genetic diversity in a clonal woodland herb. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 11(1): 17-29.
- Salehi, A., Abkenar, K.T., and Basiri, R. (2012). Study of the recovery soil physical properties and establishment of natural regeneration in skid trails (case study: Nav-E Asalem forests). *Iranian Journal of Forest*, 3(4): 317-329.
- Sarah, P. and H. M. Zhevelev. (2007). Effect of visitors' pressure on soil and vegetation in several different micro-environments in urban parks in Tel Aviv. *Landscape Urban Plant*. 83: 284- 293.
- Skidmore, E. and Layton, J. (1992). Dry-soil aggregate stability as influenced by selected soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 56(2): 557-561.
- Tajik, F. (2004). Evaluation of Soil Aggregate Stability in Some Regions of Iron. *Journal of Water and Soil Science*, 8(1): 107-123.
- Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N., and Akbarinia, M. (2010). Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. *Iranian Journal of Forest*, 2(1): 25-35.