

ارزیابی خطر تخریب خاک با روش کمی فائو-یونپ در اراضی دشت جوپار استان کرمان

فریده سادات ابراهیمی^۱، اردوان کمالی^{۲*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۱۶)

چکیده

در مقیاس طول عمر انسان، خاک یکی از منابع طبیعی اصلی تجدید ناپذیر در جهان است. تخریب خاک یک تهدید جدی در جهان به شمار می‌رود، زیرا در درازمدت باعث کاهش توان تولید زیستی، اقتصادی خاک و ناپایداری محیط زیست می‌شود. در نتیجه ارزیابی عوامل مؤثر در تخریب خاک و تعیین مناطق مبتلا به این معضل، در حفاظت خاک اهمیت بسزایی دارد. یکی از مناسب‌ترین روش‌ها جهت ارزیابی تخریب خاک، روش فائو - یونپ می‌باشد که در آن فاکتورهای متعدد فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تخریب خاک به روش کمی فائو و یونپ در اراضی دشت جوپار می‌باشد. به همین منظور، ابتدا محل ۴۶ نقطه نمونه‌برداری (شامل ۱۶ مته و ۳۰ خاکرخ) با روش شبکه‌ای منظم، بر روی نقشه توپوگرافی منطقه با مساحت ۹۰ کیلومتر مربع و مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تعیین شدند. در نهایت پس از تعیین ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی ۱۸۴ نمونه خاک به روش‌های استاندارد آزمایشگاهی، در هر یک از اجزای واحد اراضی، ویژگی‌های یک خاکرخ شاهد، مورد طبقه‌بندی نهایی و ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش تأثیر ویژگی‌های شیمیایی (شوری، سدیمی بودن و آلودگی آب‌های زیرزمینی) و ویژگی‌های فیزیکی (تراکم خاک و عمق آب زیرزمینی) بر روی تخریب خاک با استفاده از رابطه‌ها و ضرایب وزنی ارائه‌شده در روش فائو - یونپ ارزیابی شد و خطر تخریب خاک منطقه به‌دست آمد. نتایج ارزیابی مشخص کرد که ۳۹/۲ درصد از کل منطقه مورد مطالعه که اراضی قابل کشت را تشکیل می‌دهند، در معرض خطر تخریب اراضی قرار گرفته‌اند؛ به‌طوری‌که ۲۸/۲ درصد کل منطقه به‌دلیل خطرات تخریب شیمیایی در کلاس تخریب خیلی زیاد و ۱۱ درصد اراضی از این نظر در کلاس تخریب متوسط ارزیابی می‌گردند. نتایج موید این مطلب است که در ایجاد خطر تخریب شیمیایی عامل شوری ایجاد شده ناشی از سازند زمین‌شناسی شور که با اقلیم خشک منطقه تأثیر آن دوچندان شده، مؤثر است. در بروز تخریب فیزیکی اراضی منطقه نیز عامل تراکم در اثر چرای بی‌رویه دام‌ها مؤثرترین عامل بر اساس مدل فائو-یونپ معرفی می‌گردد که در کلاس تخریب با خطر کم طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: تراکم خاک، حفاظت خاک، خطر شوری و سدیمی خاک، مدیریت پایدار اراضی

ابراهیمی ف.س.، کمالی ا. ارزیابی خطر تخریب خاک با روش کمی فائو - یونپ در اراضی دشت جوپار استان کرمان. ۱۳۹۸. تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۷، شماره ۴، صفحه ۶۲-۷۴.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه دانشگاه ولیعصر رفسنجان

۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر رفسنجان (مکاتبه کننده)

* پست الکترونیک: a.kamali@vru.ac.ir

مقدمه

متوسط، زیاد و خیلی زیاد) اقدام کرد (Rahimi *et al*, 2011). یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای ارزیابی خطر تخریب روش معروف فائو - یونپ می‌باشد. نقشه‌هایی که اجرای روش فائو و یونپ به تولید آن می‌انجامد این توانایی را دارند تا از یک‌سو علل فرایندهای تخریب و دامنه تحرکات آن‌ها را مشخص کرده و از سوی دیگر به مدیران امکان می‌دهند تا با پیش‌بینی جریان‌های تخریب، مناسب‌ترین اقدامات پیشگیرانه و عملیات بازدارنده را طراحی و تدارک ببینند (Darvish, 2004). وهاب^۴ و همکاران (Wahab *et al*, 2010) به ارزیابی خطر تخریب اراضی در شمال دلتای نیل بر اساس مدل فائو - یونپ و با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. ابتدا با استفاده از تصاویر ETM⁺ لندفرم‌های منطقه مشخص گردید. سپس مدل رقومی ارتفاع تهیه گردید. در این مطالعه یک مدل ساده برای ارزیابی خطر تخریب اراضی بسته به رابطه‌های خاک و عوامل آب و هوایی بر اساس فائو-یونپ استفاده شده‌است که بر اساس آن مقدار تخریب فیزیکی و شیمیایی منطقه برآورد گردید و نقشه تخریب در سامانه اطلاعات جغرافیایی رسم گردید. بارودی^۵ و مقنم^۶ (El Baroudy & Moghanm, 2014) به ارزیابی خطر تخریب اراضی در شمال دلتای نیل با استفاده از مدل فائو-یونپ پرداختند. ابتدا با استفاده از تصاویر ETM⁺ لندفرم‌های مشخص گردید. سپس مدل رقومی ارتفاع تهیه گردید. در این مطالعه یک مدل ساده برای ارزیابی خطر تخریب اراضی بسته به معادلات خاک و عوامل آب و هوایی بر اساس فائو - یونپ استفاده شده‌است که بر اساس آن مقدار تخریب فیزیکی و شیمیایی منطقه برآورد گردید و نقشه تخریب در سامانه اطلاعات جغرافیایی رسم گردید. امروزه تغییر کاربری اراضی و چرای بیش‌ازحد مراتع باعث از دست‌رفتن و تخریب خاک شده‌است. برای جلوگیری از این بحران اتخاذ راه‌کارهای درست توسط برنامه‌ریزان و پیاده‌سازی آن به‌وسیله مدیران با دقت بیشتر می‌تواند به حفظ محیط‌زیست و در نهایت به افزایش طول عمر منابع بیانجامد، همچنین آگاهی از وضعیت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و نحوه توزیع آن، به‌دلیل ماهیت تغییرپذیری بالای آن در

مدیریت پایدار اراضی با اجرای نظام‌های کاربری زمین و اقدامات مدیریتی مناسب ضمن حفظ و تقویت کارکرد-های اکولوژیکی منابع زمین شامل خاک، آب، جانوران و گیاهان، کاربران اراضی را برای به حداکثر رساندن منافع اقتصادی و اجتماعی اراضی یاری می‌کند (Oldeman *et al*, 1991). مدیریت پایدار اراضی با بهره‌برداری مناسب از اراضی، عامل تثبیت و تضمین تولید پایدار است که در صورت عدم رعایت آن و بهره‌برداری فراتر از توانمندی اراضی، در درازمدت باعث تخریب آن می‌گردد (Safiyari *et al*, 2013). امروزه تخریب خاک به‌عنوان یکی از مشکلات بسیار شدید در سراسر جهان مطرح می‌باشد (El Baroudy & Moghanm, 2014). سالانه حدود ۶ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی سراسر جهان با میزان تخریب خاک مختلف غیرقابل استفاده می‌شوند (Asio *et al*, 2009). تخریب خاک منجر به تخریب پوشش گیاهی، کمبود تولیدات زراعی، فرسایش آبی، فرسایش بادی، شور و سدیمی شدن خاک، ماندابی شدن زمین، شورشدن منابع آب و سله بستن خاک خواهد شد (FAO/UNEP, 1978). این پدیده امکان دارد در مدت‌زمان کوتاهی اتفاق بیافتد درحالی‌که ترمیم خاک تخریب‌شده و استقرار مجدد پوشش گیاهی در آن، نیازمند زمان بسیار طولانی است (Zhao *et al*, 2005). با توجه به اثرات مخرب و جبران‌ناپذیر تخریب خاک، شناسایی و ارزیابی عوامل مؤثر در تخریب و تعیین مناطق مبتلا به این معضل از ضروریات امر در هر منطقه می‌باشد. روش‌هایی که در حال حاضر در ارزیابی تخریب سرزمین وجود دارد روش‌های مبتنی بر آشکارسازی تغییرات از طریق مدل‌های برآورد تخریب (گلاسود^۱، فائو - یونپ^۲، لادا^۳) و نیز استفاده از روش‌های مبتنی بر تکنیک‌های سنجش از دور (شامل ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی، خاک و آب) می‌باشد (El Baroudy, Khan *et al*, 1988; Fernandez *et al*, 2006; 2011; Oldeman *et al*, 1991; Ladisa *et al*, 2003). در حقیقت با بررسی این تغییرات در ابعاد مکانی، زمانی، طیفی و رادیومتری می‌توان نسبت به تعیین میزان تخریب در دامنه‌های کیفی و کمی (بدون تغییر، کم،

4. Wahab
5. Baroudy
6. Moghanm

1. GLASOD
2. FAO/UNEP
3. LADA

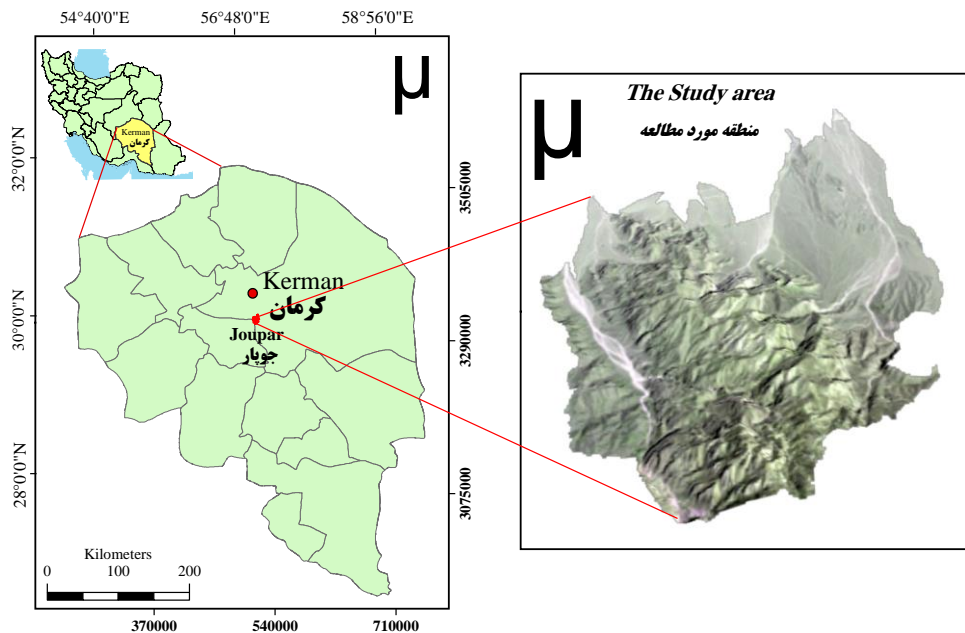
همچنین در سنوزوئیک، ایران مرکزی از نظر زمین-ساختی منطقه پرتحرکی بوده است، چنان که علاوه بر چندین دگرشیبی کاملاً مشخص، فعالیت ماگمایی بصورت سنگ‌های آتشفشانی و توده‌های گرانیتی نفوذی نیز در آن دیده می‌شود (Geological Survey and Mineralogical exploration of Iran, 1998). متوسط بارندگی سالیانه و متوسط درجه حرارت سالیانه این حوضه براساس آمار ۳۰ ساله ایستگاه هواشناسی کرمان (۱۹۸۵-۲۰۱۵) به ترتیب $133/2$ میلی‌متر و $16/01$ سلسیوس می‌باشد (Kerman meteorological organization, 2015). اقلیم منطقه در روش آمبرژه سرد و خشک و در روش دومارتن نیمه‌خشک می‌باشد. براساس نقشه $1:250000$ رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (Banaei, 1988) خاک‌های منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک می‌باشد (Soil Survey Staff, 2014).

دستیابی به مدیریت جامع کشاورزی بر مبنای سامانه اطلاعات جغرافیایی و دورسنجی از اهمیت بسزایی برخوردار است. براین اساس هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی خطر تخریب خاک با استفاده از مدل کمی فائو-یونپ در اراضی دشت جوپار استان کرمان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت چوپار با وسعت $90/14$ کیلومترمربع در شهرستان چوپار (استان کرمان) و موقعیت جغرافیایی $57^{\circ}05'00''$ تا $57^{\circ}11'00''$ طول شرقی و $29^{\circ}57'00''$ تا 30° عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه از دیدگاه تقسیمات زمین‌شناسی ایران در محدوده‌ی ساختاری ایران مرکزی قرار گرفته است که در دوره پرمین (از دوران پالئوزوئیک) و دوران سنوزوئیک و مزوزوئیک تشکیل شده‌اند. حاصل آن نهشته‌شدن رسوبات آواری و قرمز رنگ در زمان تریاس زیرین (سازند سرخ شیل) بوده و در دوران مزوزوئیک و



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Location of the study area

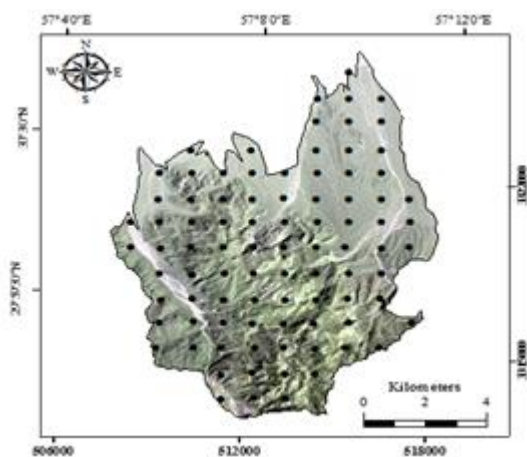
از آنجا که روش نمونه‌برداری شبکه‌ای منظم، معمول‌ترین شیوه در مطالعات مکانی می‌باشد، به منظور اجرای این الگو در منطقه‌ی مطالعاتی، ابتدا نقشه رقومی توپوگرافی منطقه با مقیاس $1:25000$ تهیه گردید و

مطالعات خاک‌شناسی

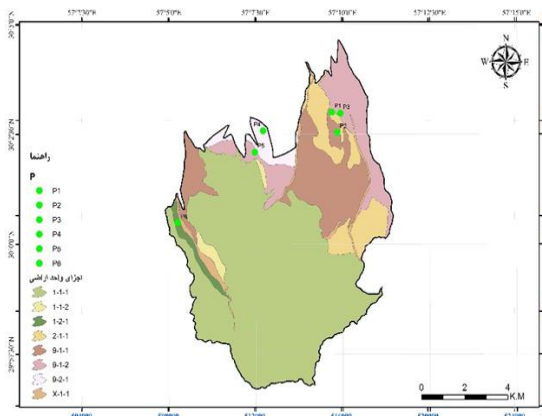
برای نیل به اهداف تحقیق و مطالعات خاک مراحل زیر انجام گردید:

مطالعات ستادی

بستر رودخانه که فاقد خاک و ارزش کشاورزی است، قرار گرفتند، در نتیجه از آن‌ها صرف نظر شد. به این ترتیب محل حفر ۴۶ نقطه مشاهداتی (۱۶ مته و ۳۰ خاکرخ) روی نقشه توپوگرافی منطقه مشخص شد (شکل ۲).



(الف)



(ب)

شکل ۲- نمونه برداری به روش شبکه‌ای منظم (الف) نقشه اجزای اراضی و محل پروفیل‌های شاهد (ب)
Figure 2. Sampling regular grid , land component maps and site of control profiles

اندازه‌گیری شد. جرم مخصوص ظاهری با استفاده از روش سیلندر تعیین شد و عمق آب زیرزمینی از اداره منابع طبیعی کرمان (Kerman natural resources organization, 2015) هم‌چنین سدیم محلول با روش شعله‌سنجی و کلسیم و منیزیم محلول با استفاده از روش کمپلکسومتری (Lanyon & Heald, 1982) و مواد آلی به روش واکلی و بلاک (Nelson & Sommers, 1996) اندازه‌گیری شدند. سپس با استفاده از مقادیر سدیم، کلسیم و منیزیم محلول (برحسب میلی اکی والان بر لیتر)، مقدار عددی نسبت جذب سطحی سدیم^۱ (SAR) توسط رابطه‌ی ۱ محاسبه شد:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (1)$$

ارزیابی خطر تخریب اراضی

در این تحقیق، از روش فائو - یونپ (۱۹۷۸) برای بررسی دو نوع خطر تخریب شیمیایی و فیزیکی در منطقه مورد مطالعه استفاده شد.

درجه‌بندی انواع مختلف تخریب

سپس نقاط نمونه‌برداری روی نقشه منطقه مورد مطالعه در سیستم اطلاعات جغرافیایی با فواصل یک کیلومتر مشخص گردیدند. به منظور انجام نمونه‌برداری بر اساس روش معمول مطالعات خاک‌شناسی نیمه‌تفصیلی، تعداد ۱۱۸ نقطه بر روی محدوده مورد مطالعه مشخص گردید. از این تعداد، ۷۲ نقطه در واحد کوه و اراضی سنگی و

مطالعات صحرائی

مطالعات خاک‌شناسی از طریق تشریح و تفسیر و رده‌بندی ۳۰ خاکرخ تا سطح خانواده در اجزای واحد اراضی دارای خاک و ارزش کشاورزی قرار گرفتند، انجام شد. علاوه بر این مرز خاک‌های موجود در اجزای اراضی توسط ۱۶ مته کنترل گردید. در نهایت در هر یک از اجزای اراضی، یک خاکرخ و در مجموع از شش خاکرخ به‌عنوان خاک‌رخ شاهد نمونه‌برداری انجام شد. سپس نمونه‌های خاک از تمام افق‌های ژنتیکی جمع‌آوری شدند و به‌منظور تجزیه‌های لازم به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از هوا خشک کردن نمونه‌های خاک و عبور دادن آن‌ها از الک ۲ میلی‌متری، تجزیه‌های آزمایشگاهی لازم بر روی آن‌ها انجام شد. درصد سنگریزه با توسط الک و به روش حجمی، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج (Rhoades 1996)، واکنش خاک در گل اشباع با استفاده از پی‌اچ متر (Thomas, 1996)، بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee & Bauder, 1986)، کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون برگشتی (Jones, 2001) و گچ با استفاده از روش استون (Nelson, 1982)

خاک و عمق آب زیرزمینی در ارتباط با تخریب فیزیکی با استفاده جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفت.

در ابتدا خطر تخریب دو عامل قابلیت هدایت الکتریکی و درصد سدیم تبدالی مربوط به تخریب شیمیایی و تراکم

جدول ۱- معیارهای استفاده شده برای تعیین درجه انواع تخریب‌های اراضی

Table 1. Criteria used to determine the degree of the different degradation types

Critical/hazard type	Indicator	Unit	Hazard class			
			Low	Moderate	High	Very high
(Salinization)	EC	dS m ⁻¹	4	4-8	8-16	>16
(Alkalinization)	ESP	%	10	10-15	15-30	>30
(Compaction)	Bulk density	g cm ⁻³	1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	>1.6
(Water pollution)	Water table	cm	150	100-150	50-100	<50

باشد. برای درجه‌بندی آب و هوایی تخریب فیزیکی از روابط ۵ برای اراضی بدون آبیاری و ۶ برای اراضی آبیاری شده استفاده می‌شود:

$$CR_p = PET / (P_a) * 10 \quad (5)$$

$$CR_p = PET / (P_a + Q) * 10 \quad (6)$$

که در این روابط PET مقدار پتانسیل تبخیر و تعرق، P_a مقدار بارش سالانه برحسب میلی‌متر و Q مقدار آب آبیاری مورد استفاده برحسب میلی‌متر است. درجه توپوگرافی برای هر دو تخریب شیمیایی و فیزیکی یکسان و از طریق ضرایب وزنی ارائه شده در روش فائو - یونپ محاسبه گردید. فائو - یونپ با اعمال ضرایب وزنی (شکل ۳) به بافت خاک و شیب و با کمک فرمول‌های ارائه شده، خاک، توپوگرافی و آب‌وهوا را درجه‌بندی کرده و در نهایت خطر تخریب را به صورت رابطه (۷) ارائه کرده است:

$$DR = S_r * T_r * C_r \quad (7)$$

در این رابطه DR^۱ خطر تخریب، S_r^۲ درجه‌بندی خاک، T_r^۳ درجه‌بندی توپوگرافی و C_r^۴ درجه‌بندی آب‌وهوا می‌باشد. در نهایت عدد بدست آمده از رابطه ۷ و بر اساس شکل ۳ به کلاس تخریب تبدیل می‌شود.

1. Degradation risk
2. Soil rating
3. Topographic rating
4. Climate rating

ارزیابی خطر تخریب اراضی

در روش فائو - یونپ (۱۹۷۸) عوامل مختلفی بر روی خطر تخریب اثرگذار هستند. بر این مبنا مهم‌ترین عوامل شامل شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، درجه‌بندی خاک و آب و هوا مربوط به تخریب فیزیکی و شیمیایی از رابطه‌های و ضرایب وزنی ارائه شده توسط روش فائو-یونپ (۱۹۷۸) استفاده گردید که در زیر به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

تخریب شیمیایی

برای درجه‌بندی آب و هوایی تخریب شیمیایی از رابطه‌های ۲ و ۳ استفاده می‌شود:

$$CR_p = \Sigma(P_3)^2 / (P_a) \quad EC_{gw} < 4dS/m \quad (2)$$

$$CR_p = PET / 1000 * EC_{gw} \quad EC_{gw} > 4dS/m \quad (3)$$

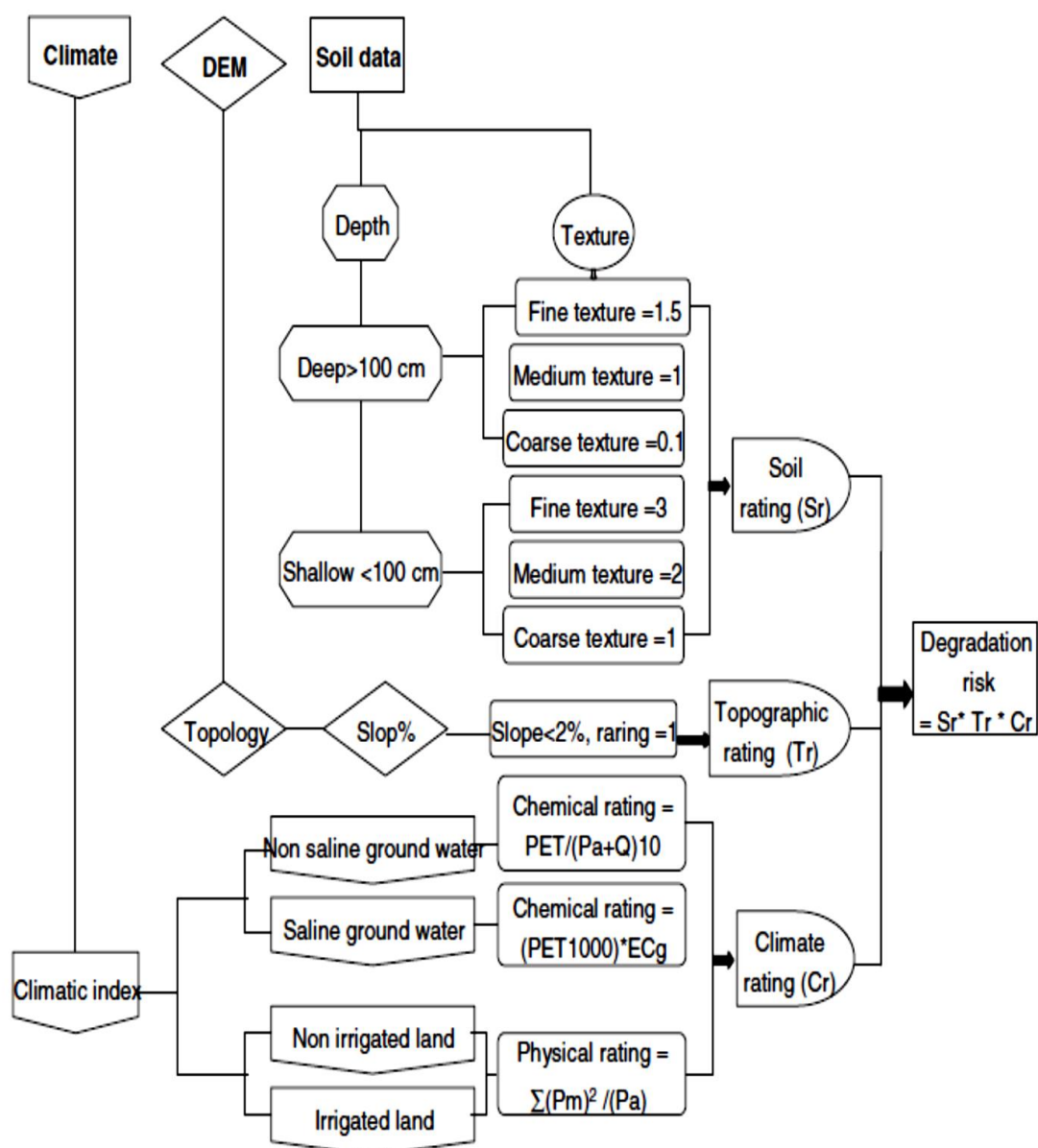
که در این روابط P_a مقدار بارش سالانه، P_m مقدار بارش ماهانه برحسب میلی‌متر، PET مقدار پتانسیل تبخیر و تعرق، EC_{gw} مقدار شوری آب‌های زیرزمینی می‌باشند. همچنین برای درجه‌بندی اثر بافت خاک بر روی تخریب شیمیایی از ضرایب وزنی ارائه شده توسط روش فائو - یونپ در شکل ۳ استفاده گردیده است.

تخریب فیزیکی

در این مدل، برای درجه‌بندی اثر بافت خاک بر روی تخریب فیزیکی، از رابطه ۴ استفاده می‌شود:

$$SR_p = S / C \quad (4)$$

که در این رابطه S درصد سیلت و C درصد رس می‌-



شکل ۳- شماتیک مدل فائو - یونپ برای خطر تخریب اراضی
Figure 3. Flowchart of the designed land degradation risk model

نتایج و بحث

ارزیابی خطر تخریب اراضی به روش فائو - یونپ

روش فائو - یونپ برای ارزیابی خطر تخریب خاک در هر یک از اجزای اراضی مورد استفاده قرار گرفت. جدول ۲ اطلاعات خاک و توپوگرافی منطقه را نشان می‌دهد. این عوامل در محاسبه تخریب شیمیایی (شوری، سدیمی) و

تخریب فیزیکی (تراکم و عمق آب زیرزمینی) با توجه به روش ارائه شده توسط فائو - یونپ استفاده گردیدند. در نهایت این داده‌ها برای محاسبه درجه بندی عوامل خاک، توپوگرافی و آب‌وهوا مورد محاسبه قرار گرفتند و خطر تخریب به دست آمد.

جدول ۲- میانگین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مطالعه شده

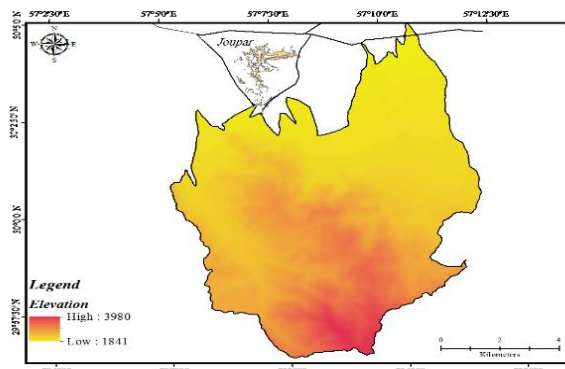
Table 2. Mean values of some physical and chemical properties of the studied soil profiles

Mapping units	No.p	Soil Depth	Slop	EC	ESP	Bulk density	OM	Drainage	Texture class	ECW
		cm	%	(dS m ⁻¹)	%	(g cm ⁻³)	%			dS m ⁻¹
1.1.1	-	-	>25	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2	5	90	>25	0.55	1.28	1.60	0.25	good	L	0.25
1.2.1	6	78	>25	7.38	14.83	1.59	0.28	good	L	0.28
2.1.1	1	90	25	1.77	3.14	1.62	0.20	good	SL	0.20
9.1.1	2	75	0-8	0.59	1.53	1.62	0.21	good	SL	0.21
9.1.2	3	125	0-8	0.52	1.54	1.62	0.14	good	SL	0.14
9.2.1	4	93	0-5	0.37	1.28	1.62	0.13	good	SL	0.13
X.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

نشان داد که شیب در منطقه مورد مطالعه ۱۰۰ درصد متغیر است، که این مسأله تأثیر چندانی بر آسیب‌پذیری طبیعی دارد. در نتیجه در اجزاء واحد اراضی مختلف، برای کلاس‌های شیب، ضرب‌بهای مختلف در نظر گرفته شد.

مدل رقومی ارتفاع منطقه

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، ارتفاع بلندترین قله منطقه به ۳۹۸۰ متر می‌رسد و پست‌ترین نقطه آن ۱۸۴۱ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد. داده‌های مربوط به شیب برگرفته از مدل رقومی ارتفاع

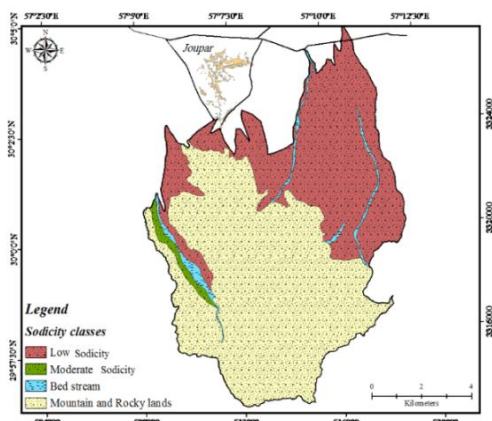


شکل ۴- مدل رقومی ارتفاع

Figure 4. The digital elevation model (DEM)

(Szabolcs, 1991). منطقه مورد مطالعه دارای آلاینده‌های با منشأ زمین‌شناسی شامل مارن‌های نئوژن می‌باشند که تأثیر منفی بر کیفیت منابع آبی منطقه می‌گذارند. این تشکیلات حاوی یون‌های محلول بوده که موجب افزایش درجه شوری می‌گردد. این سازندها ابتدا آب‌های سطحی و سپس با نفوذ رواناب‌ها، آب‌های زیرزمینی و در نهایت خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتایج بدست آمده در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داد که ۳۷/۹ درصد منطقه مورد مطالعه دارای کلاس تخریب شوری و سدیم بودن کم و ۱/۳ درصد دارای شوری و سدیم بودن متوسط می‌باشد.

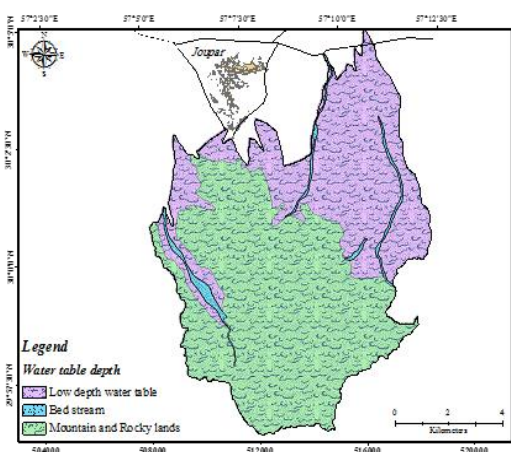
ارزبایی خطر تخریب شیمیایی در اثر شوری و قلیائیت نقشه حساسیت منابع خاک به تخریب، حاوی اطلاعات ارزشمندی از نظر حساسیت منابع خاک به انواع تخریب می‌باشد. شوری و سدیمی بودن خاک با تأثیر بر ساختمان خاک، یکی از فرآیندهای مهم تخریب خاک است که پایداری اکوسیستم را به‌ویژه در مناطق خشک تهدید می‌کند (Wang *et al*, 2012). شوری و سدیمی بودن خاک به‌صورت طبیعی یا طی فعالیت‌های انسانی به وجود می‌آید و خطر محیطی مهمی به شمار می‌رود. این پدیده در مناطق خشک و نیمه‌خشک، نسبت به سایر اقلیم‌ها دارای گسترش بیشتری است، هر چه اقلیم خشک‌تر باشد، شوری و سدیمی بودن خاک بیشتر است



شکل ۶- نقشه کلاس قلیائیت خاک

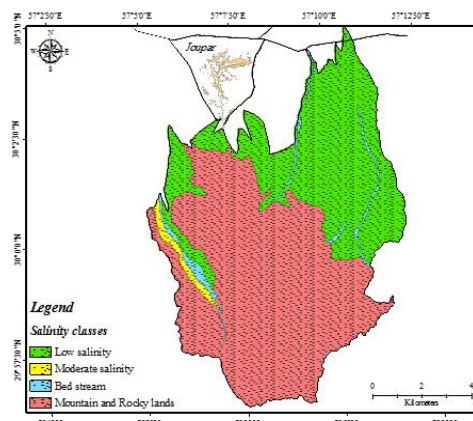
Figure 6. Map of soil sodicity classes

مناطق خشک و نیمه خشک، وجود سفره های آب شور زیرزمینی کم عمق است. معمولاً این سفره ها به علت شرایط اقلیمی خاص این مناطق دارای مقدار زیادی املاح هستند که دائماً در اثر تبخیر به غلظت آنها افزوده می شود. شدت تبخیر از این سفره ها بستگی به عمق آنها از سطح خاک و حرارت محیط دارد. هرچه عمق این سفره ها کمتر باشد، مقدار تبخیر برای نوع خاک معین بیشتر است (Zehtabian *et al*, 2004). در واقع اقلیم این مناطق نقش بسیار زیادی در تخریب اراضی دارد، زیرا باعث تبخیر بیش از حد در منطقه می شود (Tickell, 1977). نتایج شکل های ۷ و ۸ نشان داد که این منطقه دارای ۲/۵ درصد خطر تراکم زیاد، ۳۶/۷ درصد خطر تراکم خیلی زیاد و ۳۹/۲ درصد خطر عمق آب زیرزمینی کم می باشد.



شکل ۸- نقشه کلاس عمق آب زیرزمینی

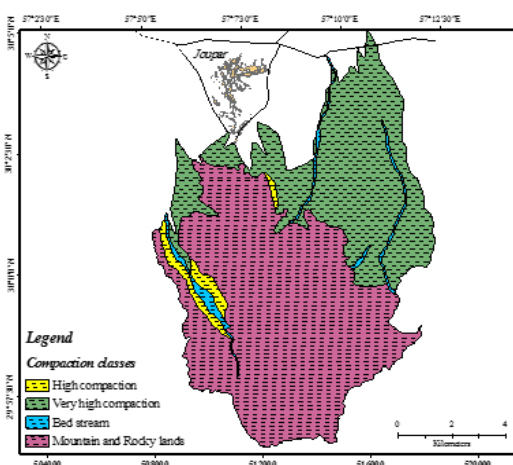
Figure 8. Map of water table depth classes



شکل ۵- نقشه کلاس شوری خاک

Figure 5. Map of soil salinity classes

ارزیابی خطر تخریب در اثر تراکم خاک و عمق آب زیرزمینی تراکم خاک از جمله شاخص های نشان دهنده تخریب فیزیکی ساختمان خاک می باشد. این شاخص با کاهش اندازه خلل و فرج درشت موجب مسدود شدن منافذ و تشکیل سله سطحی و به تبع آن افزایش جرم مخصوص ظاهری، باعث تخریب ساختمان خاک می گردد (Arya *et al*, 2009). تراکم پذیری خاک به ویژگی های مختلف آن از جمله نوع ذرات و مقدار ماده آلی بستگی دارد. هرچه میزان رس در خاک بیشتر باشد به همان نسبت قابلیت تراکم پذیری خاک افزایش می یابد و هرچه ماده آلی خاک نیز بیشتر باشد قابلیت تراکم پذیری خاکدانه ها کاهش می یابد (Silva & Hue, 2000). از جمله عوامل عمده شوری و سدیمی بودن خاک ها در



شکل ۷- نقشه کلاس تراکم خاک

Figure 7. Map of soil compaction classes

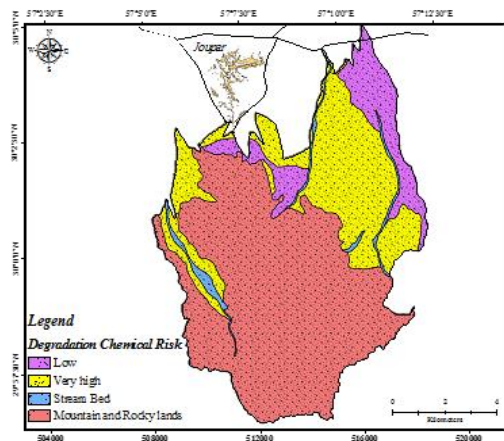
جدول ۳- خطرات تخریب فیزیکی و شیمیایی محاسبه شده در منطقه مورد مطالعه

Table 3. The computed chemical and physical degradation risks in the studied area

Mapping units	Chemical degradation					Physical degradation					Risk (C/P)
	SR	TR	CR	DR	Class	SR	TR	CR	DR	Class	
1.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1.2	2	0.4	25.05	20.04	4	2.05	0.4	1.50	1.23	1	4,1(VL)
1.2.1	2	0.2	28.11	11.24	4	1.42	0.2	0.74	0.21	1	4,1(VL)
2.1.1	1	0.5	23.59	11.79	4	1.82	0.5	1.67	1.51	1	4,1(VL)
9.1.1	1	0.8	23.59	18.87	4	1.44	0.8	1.67	1.92	1	4,1(VL)
9.1.2	0.1	0.8	23.04	1.84	1	1.68	0.8	1.78	2.39	2	4,1(VL)
9.2.1	1	0.8	24.76	19.8	4	1.27	0.8	1.63	1.65	1	2,1(ML)
X.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DR= SR*TR*CR		CR= Climatic Rating			TR= Topographic Rating			SR= Soil Rating			
Degradation Risk= 2-4, (Class=2, Moderate)					Degradation Risk < 2, (Class= 1, Low)						
Degradation Risk > 6 (class= 4, Very high)					Degradation Risk= 4 – 6, (class= 3, High)						

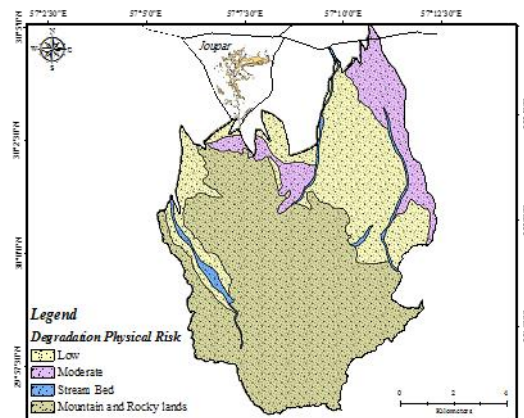
چرای آزاد و بیش‌ازحد دام (Kerman natural resources organization, 2015)، عمق کم خاک، گروه هیدرولوژیکی B، شیب کم و فرسایش کم دارای تراکم خیلی زیاد و در نتیجه تخریب فیزیکی متوسط می‌باشد.

همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد اجزاء واحد اراضی ۱-۱-۲، ۱-۲-۱، ۲-۱-۱، ۹-۱-۱ و ۹-۲-۱ دارای تخریب شیمیایی خیلی زیاد به دلیل سازند زمین‌شناسی که منجر به افزایش درجه شوری می‌شود، می‌باشد. همچنین اجزاء واحد اراضی ۱-۱-۲ به دلیل



شکل ۱۰- نقشه خطر تخریب شیمیایی

Figure 10. Map of chemical degradation risk



شکل ۹- نقشه خطر تخریب فیزیکی

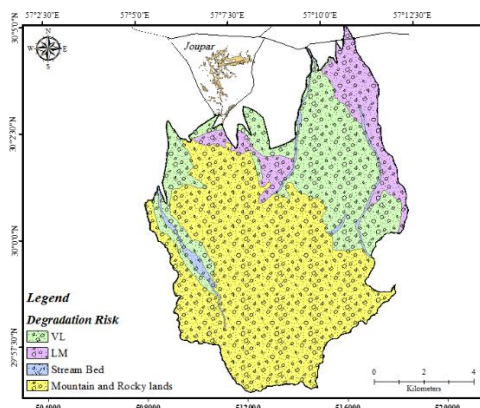
Figure 9. Map of physical degradation risk

تراکم در اثر چرای بیش‌ازحد دام مؤثرترین عوامل شناخته شد. این نتایج با نتایج پژوهشگران متعددی مانند وهاب و همکاران (Wahab *et al.*, 2010) و بارودی و مقنم (El Baroudy & Moghanm, 2014) که به ارزیابی خطر تخریب اراضی بر اساس مدل فائو - یونپ پرداختند، مطابقت دارد. نتایج مطالعه وهاب و همکاران نشان داد که خطر تخریب فیزیکی (تراکم خاک و آلودگی آب) و خطر تخریب شیمیایی (شوری و قلیائیت) به ترتیب ۱۸۴۸۷ و ۱۱۰۰۸ هکتار از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. هم‌چنین مشخص شد که

نتایج ارزیابی خطر تخریب نشان داد که تخریب کلی منطقه ۳۹/۲ درصد است که از آن ۲۸/۲ و ۱۱ درصد از منطقه مورد مطالعه به ترتیب دچار تخریب شیمیایی خیلی زیاد و کم و ۲۸/۲ و ۱۱ تخریب فیزیکی کم و متوسط می‌باشد (شکل ۱۱). در خطر تخریب شیمیایی عامل شوری ناشی از سازند زمین‌شناسی منطقه بوده که با تأثیر اقلیم شدت بیشتری یافته است و از آنجا که چرای دام در اراضی مذکور بیشترین و مهم‌ترین فعالیتی است که احتمال فرسودگی خاک را بالا می‌برد (اداره منابع طبیعی کرمان، ۲۰۱۵) در تخریب فیزیکی عامل

شیمیایی و ۵۱/۹۱ درصد از مساحت با خطر کم تخریب شیمیایی رو به رو است. همچنین ۲۰/۱۲ درصد کل مساحت منطقه دارای خطر بالای تخریب فیزیکی باشد که شوری، سدیمی بودن و آلودگی آب خطرات اصلی و رایج تخریب در این منطقه است.

فعالیت‌های انسانی بر روی خطر تخریب تأثیر کم تا زیاد و بر روی خطر تخریب شیمیایی تأثیر متوسط تا زیادی دارند. نتایج مطالعه بارودی و مقتم (El Baroudy & Moghanm, 2014) نشان داد که در حدود ۴۸/۰۹ درصد از منطقه مورد مطالعه با خطر بسیار بالای تخریب



شکل ۱۱- نقشه خطر تخریب منطقه مورد مطالعه

Figure 11. Map of degradation risk

استفاده عمده از این اراضی به عنوان چرای دام، این پژوهش نیاز به اعمال مدیریت مناسب اراضی برای جلوگیری از تخریب فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه را گوشزد می‌نماید. همچنین وجود سازندهای مارنی حاوی نمک‌های محلول حدود ۴۰ درصد از اراضی را نسبت به تخریب شیمیایی ناشی از شوری و سدیمی بودن به مقدار کم تا متوسط حساس نموده است. با توجه به گسترش کاربری‌های مسکونی و زراعی در منطقه مورد مطالعه، توجه به چنین کلاس تخریب-پذیری را به‌منظور برنامه‌ریزی بلندمدت در جلوگیری از هدرروی بیشتر منابع آب و خاک ضروری می‌نماید.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی نتایج ارزیابی خطر تخریب با استفاده از مدل فائو - یونپ نشان‌دهنده این واقعیت است که منطقه مورد مطالعه به دلیل قرارگرفتن در منطقه کوهستانی با شیب زیاد از یک سو و وجود درصد مواد آلی ناچیز به علت اقلیم گرم و خشک و پوشش گیاهی پراکنده و کم از سوی دیگر در معرض خطر تخریب فیزیکی قرارگرفته است و به‌طوری که نتایج این پژوهش نشان داد حدود ۴۰ درصد مساحت منطقه دارای خطر تخریب فیزیکی کم تا متوسط است. چنان‌که ذکر گردید مواد آلی کم و جرم مخصوص ظاهری زیاد خاک حساسیت آن را نسبت به تراکم افزایش داده‌است. با توجه به پوشش مرتعی و

References

- Arya A.S., Dhinwa P.S., Pathan S.K., and Ganesh K. 2009. Desertification land degradation status mapping of India. *Current Science*, 10: 1478-1483.
- Asio V.B., Jahn R., Perez F.O., Navarrete I.A., and Abit, S.M. 2009. A review of soil degradation in the Philippines. *Annals Tropical Research*, 2: 69-94.
- Banaei M.H. 1998. Soil Moisture and Temperature Regime Map of Iran. *Soil and Water Research Institute*, Ministry of Agriculture, Iran.
- Darvish M. 2004. Assessment and mapping of desertification by FAO/UNEP in the watershed Salt Lake. *Research Institute of Forest and Rangelands*, 46p (In Persian)
- El Baroudy A.A. 2011. Monitoring land degradation using remote sensing and GIS techniques in an area of the middle Nile Delta, Egypt. *Catena*, 87: 201-208.

- El Baroudy A.A., and Moghanm F.S. 2014. Combined use of remote sensing and GIS for degradation risk assessment in some soils of the Northern Nile Delta, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 17(1):77-85.
- FAO/UNEP. 1978. Methodology for Assessing Soil Degradation. Rome, 89p.
- Fernandez Buces N., Siebe C., Cram S.J., and Palacio L. 2006. Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in for bare soil and vegetation study in the former lake Texcoco, Mexico. *Arid Environment*, 65: 644-667.
- Gee, G. W., and Bauder J. W. 1986. Particle size analysis. *American Society of Agronomy*, 383-411.
- Geological Survey and mineralogical exploration of Iran, 1998. Kreman 1:100000 geologic map. Geological Survey and mineralogical exploration of Iran, Tehran, Iran.
- Jones G.B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton, Florida, 382p.
- Khan N., Victor V., Rastoskuev B., Sato A.S., and Shiozawa A. 1988. Assessment of hydrosaline land degradation by using a simple approach of remote sensing indicators. *International Journal Agricultural Water Management*, 77(1): 96-109.
- Kerman meteorological organization. 2015. Wwww. weather.kr.ir. (In Persian)
- Kerman natural resources organization. 2015. Wwww. Kerman.frw.org.ir. (In Persian)
- Ladisa G., Todorovich M., and Trisorio G. 2002. Characterization of area sensitive to desertification in southern Italy. *Proceedings of the 2nd International Conference "New Trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-compatible Solutions for Aquatic Environments" Capri, Italy*, pp. 54-55.
- Lanyon L.E., and Heald W.R. 1982. Magnesium, calcium, strontium and barium. *American Society of Agronomy*, 9:247-273.
- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Sparks D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3. American Society of Agronomy. Inc., Madison, WI, USA*, 961-1010.
- Nelson R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. In: Page A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological properties, Agronomy Monograph*, 9:181-197.
- NSSC. 2008. Review of mainstreaming of sustainable land management in government policies and plans in Bhutan. National Soil Services Center Ministry of Agriculture, Thimphu, 134p.
- Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., and Sombrock W.G. 1991. World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation. *Land Degradation and Development*, 3(1):68-69.
- Rahimi M., Damavandi, A., and Jafarian V. 2011. Review application of remote sensing to assess and monitor land degradation and desertification. *Journal Management System*, 22(88): 115-128. (In Persian)
- Rhoades J.D. 1996. Salinity Electrical conductivity and total dissolved soils. In D.L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America*, 417-435.
- Safiyari R., Sarmadian F., Heidari A., and Younesi SH. 2013. Land vulnerability evaluation related to erosion and climate change impacts in Abyek region with use of Microleis system. *Journal of Range and Watershed Management*, 66(3): 417-431. (In Persian)
- Silva J.A., and Hue N.V. 2000. Organic soil amendments for sustainable agriculture: organic sources of nitrogen, phosphorus, and potassium. Plant nutrient management in Hawaii soils. Approaches for tropical and subtropical agriculture. *Agriculture and Human Resources*, 133-144.
- Soil survey staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 13th Ed. NRCS, USDA, USA, 372p.
- Szabolcs I. 1991. Desertification and salinization. In: R. Choukr-allah Editor *Plant Salinity Research. Proceedings of the International Conference Agricultural Management of Salt affected Areas*, 26 April-3 May, Morocco, pp. 3-18.
- Thomas G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. In D.L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America, Madison*, 475-490.
- Tickell S. J. 1977. Mapping dryland salinity hazard, Northern Territory, Australia. *Hydrogeology Journal*, 5:109-117.
- Wahab M.A., Rasheed M.A., and Youssef R.A. 2010. Degradation hazard assessment of some soils North Nile Delta, Egypt. *Journal of American Science*, 6(6):156-161.

- Wang Y., Fu B., Lu Y., Song CH., and Luan Y. 2012. Local_scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the loess plateau, China. *Quaternary Research*, 73: 70-76.
- Zhao W.Z., Xiao H.L., Liu Z.M., and Li J. 2005. Soil degradation and restoration as affected by land use change in the semiarid Bashang area, northern China, *Catena*, 59(2): 173-186.
- Zehtabian GH., Rafiei Emam A., Alavipanah S.K., and Jafari M. 2004. Survey of Varamin Plain ground water for use on Farm lands irrigation. *Geographical Research Quarterly*, 36(48): 91-102. (In Persian)

The Assessment of Soil Degradation Risk using Quantitative FAO / UNEP Method in Joupar Plain, Kerman Province

Farideh Sadat Ebrahimi¹, Ardavan Kamali^{2*}

(Received: November 2018

Accepted: April 2018)

Abstract

Soil is the main nonrenewable natural source in the world. Soil degradation is the main threat across the globe and cause to decrease the soil ability in economical and biological production as well as environmental Instability. Therefore, the consideration of affective factors of soil degradation and determination of regional solutions has an important role in using and protecting soils. One of the suitable methods in studying the soil degradation is FAO/ UNEP method that studies different soil physical and chemical factors. The purpose of this research, therefore, was to study the soil degradation in Joupar plain by quantitative FAO/ UNEP method approach. To do this research, the 46-point sampling (auger and profile) on topographic map with a scale of 1: 25,000 with regular network, was determined. Finally, in each land unit components, a control profiles, the sampling was done and the final classification. The chemical and physical properties of soil were determined by conventional methods. The effect of chemical properties (salinity and alkalinity) and physical properties (density, soil and water table depth) on soil degradation using the formula and weighting coefficients presented in FAO - UNEP assessment and destruction of soil was obtained. The results of this study showed that the total of 39.2 percent of the studied lands were prone to the chemical soil degradation in which 28.2 percent of the area were classified as very high and 11 percent classified as low risk in this regard. The total physical degrading risk of the studied lands were determined about 39.2 percent in which 28.2 percent of the lands classified as low risk while 11 percent were considered at medium level of degradation risk. It was also found physical properties density had the greatest impact on the destruction area.

Keyword: Soil salinity and sodicity risk, Soil compaction, Soil conservation, Soil management, Sustainable, Joupar

Ebrahimi F. S., kamali A. 2019. The assessment of soil degradation risk using quantitative FAO/UNEP method in Joupar Plain, Kerman Province. *Applied Soil Research*, 7(4):62-74.

1. MSc. Graduated Student of Soil Science, Faculty of Agriculture, Vali-e- Asr University of Rafsanjan, Kerman

2. Assistant Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, Vali-e- Asr University of Rafsanjan, Kerman

* Corresponding Author Email: a.kamali@vru.ac.ir