مقایسه ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم با استفاده از روش فائو و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: بخشی از اراضی کوهین)

فریدون سرمدیان [۱]، عباس طاعتی [۲]، سید امین موسوی [۲]
۱-استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، ۲-کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
در این تحقیق، ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم با استفاده از روش فائو و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در قسمتی از اراضی کوهین مقایسه شده است. بر اساس مطالعه ۲۳ پروفیل خاک، تفسیر عکس‌های هوایی ۱/۴۰۰۰۰ منطقه، همچنین در نظر گرفتن خصوصیات موفولوژی خاکها ۱۶ واحد خاک (واحد اراضی) در منطقه مشخص گردید. و ارزیابی تناسب اراضی در این واحدها صورت گرفت. بدین منظور، نه معیار شامل درصد آهک،درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی، عمق خاک، بافت خاک، ACE، pH، C، شیب و اقلیم انتخاب و بعد از آن به مقایسه معیارها در غالب ماتریس تصمیم پرداخته شد. مقایسه شاخص اراضی به دست آمده از روش فائو و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی نشان داد که شاخص اراضی در تمامی واحدهای اراضی در روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی بیشتر از روش فائو بوده است. بیشترین شاخص اراضی در واحد ۵ به میزان ۵/۷۲ و کمترین شاخص به میزان ۵۲/۴۸ در واحد ۱۱ به دست آمد.

واژه های کلیدی: سلسله مراتبی، شاخص اراضی، عکس‌های هوایی، معیار

مقدمه
با توجه به جمعیت روبه رشد در بسیاری از کشورها، جهت تأمین نیازمندي‌ها ، اراضی به شدت مورد بهره‌برداری قرار مي‌گيرند. ناگزیر باید بپذیریم که با پیشرفت برق‌آسای دنیای کنونی در تمام زمینه‌ها، نیاز بشري نیز در حال ازدیاد است. هر گونه بهره برداری از اراضی که مافوق توانمندی آن باشد در درازمدت باعث تخریب و کاهش باروری آن مي‌گردد. در این راستا ابتدا بایستی منابع اراضی شناسایی شده و قابلیت و استعداد آنها برای انواع استفاده‌های ممکن بررسی شود. که یکی از راه های رسیدن به این مهم ارزیابی تناسب اراضی است. ارزیابی اراضی یک فرآیندی است که کارایی اراضی را برای انوع خاصی از استفاده‌ها در طول زمان پیش‌بینی می‌کند (Sonneveld et al., ۲۰۱۰). فائو در سال ۱۹۷۶ یک چارچوب و نه یک روش ارزیابی، با هدف یکنواختی در مطالعات ارزیابی اراضی در سراسر دنیا ارائه کرد. در چارچوب ارائه شده، با تعریف مفاهیم ارزیابی اراضی، دست متخصصان را برای تعیین ویژگیهای مؤثر بر هر کاربری و درجه‌بندی کردن آنها و در نهایت تعیین درجه تناسب اراضی را باز گذاشته است. البته در ادامه، فائو بر اساس چارچوب ارائه شده، دستورالعمل‌هایی را برای ارزیابی استفاده‌های اصلی مانند: کشت دیم، کشاورزی آبی، جنگل، مرتع و چرای گسترده ارائه کرد(FAO,۱۹۷۶). همچنین در سال ۱۹۹۳ سایس و همکاران، نیز بر مبنای چارچوب فائو، جداول درجه‌بندی شده ای را برای احتیاجات و محدودیت‌های گروهی از محصولات زراعی و باغی ارائه کردند ((Sys et al., ۱۹۹۳.

توجه محققین در دهه‌های اخیر معطوف به مدل‌های چند معیاره برای تصمیم‌گیری[۲۳۸]های پیچیده نظیر تصمیم‌گیری در رابطه با بررسی تناسب اراضی گردیده است. در این تصمیم‌گیری ها به جای استفاده از یک معیار ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده گردد. این روش شامل یکسری تکنیک ها است که اجازه می دهد طیفی از معیارهای وابسته، امتیاز دهی و وزن دهی شده و سپس به وسیله کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه بندی شود (هاشم‌وند، ۱۳۹۲). روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پتانسیل زیادی را به منظور کاهش دادن هزینه و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری های مکانی دارا می باشد و می‌تواند چهارچوبی مناسب برای حل مسئله فراهم آورد. یکی از روش‌های مطرح در زمینه‌ی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، روش تحلیل سلسله مراتبی[۲۳۹] می‌باشد، که با در نظر گرفتن قابلیت‌های این روش انتظار می‌رود که به منظور بررسی تناسب اراضی نتایج رضایت بخشی به همراه داشته باشد. ((Feizizadeh and Blaschke, ۲۰۱۳ در مطالعه‌ای تعیین تناسب اراضی کشاورزی را با استفاده از GIS و تصمیم‌گیری چندمعیاره در استان تبریز به کاربردند . آنها در این مطالعه از فاکتورهای تناسب متفاوتی از جمله خصوصیات خاک، اقلیمی و آب در دسترس استفاده کرده‌اند. در این راستا از نظر سهام‌داران در سطوح مختلف استفاده شد. ساختار سلسله مراتبی به منظور دسته‌بندی فاکتورهای مختلف و تعیین اوزان برای نقشه‌ی تناسب نهایی اراضی کشاورزی تحت آبیاری و دیم استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که ۶۵۶۷۶ هکتار از اراضی مناسب برای کشت آبی و ۱۲۰۸۷۲ هکتار مناسب برای کشت دیم هستند. این تحقیق با هدف مقایسه ارزیابی تناسب اراضی برای گندم دیم با استفاده از روش فائو و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در بخشی از اراضی کوهین انجام شد.

---
[۲۳۸] ۱-Multi-criteria Decision making (MCDM)
[۲۳۹] ۱- Analytic Hierarchy Process (AHP)

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه :

منطقه مورد مطالعه شامل بخشی از اراضی منطقه کوهین واقع در محور قزوین- رشت در استان قزوین می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی "۵۸ '۳۴ ۴۹ تا "۱۳ '۳۷ ۴۹ شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۱۴ '۲۲ ۳۶ تا "۵۱ '۲۲ ۳۶ شمالی قرار دارد. مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۵۰۰ هکتار می‌باشد و کاربری غالب آن مرتع و دیم می‌باشد. این منطقه دارای بارندگی سالیانه ۲۶/۳۵۱ میلی‌متر و متوسط دمای ۲۰/۱۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مورد مطالعه، به ترتیب زریک و مزیک می‌باشد. در مطالعات صحرایی ابتدا موقعیت حفر ۲۳ پروفیل بر اساس الگوی نمونه‌برداری به صورت شبکه منظم بر روی تصاویر گوگل ارث[۲۴۰] مشخص و مختصات تعیین شده به دستگاه جی پی اس[۲۴۱] داده شد و با استفاده از جی پی اس مکان دقیق نقاط نمونه برداری در صحرا تعیین و اقدام به حفر و تشریح پروفیل‌ها گردید ودر نهایت ۷۵ نمونه خاک تهیه شده و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف به آزمایشگاه منتقل شد. تمامی مقاطع خاک بر اساس روش طبقه‌بندی خاک آمریکایی key to Soil taxonomy ۲۰۱۰)) تشریح و طبقه‌بندی گردید وخاکهای منطقه مورد مطالعه در دو رده اینسپتی سول و انتی سول طبقه‌بندی شدند.

ارزیابی تناسب اراضی :

به منظور ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش فائو عمل انطباق خصوصیات اراضی در هر یک از پهنه های تعریف شده با نیازهای رویشی گندم انجام و کلاس نهایی اراضی تعیین گردید. در این تحقیق از روش پارامتریک (ریشه دوم) که توسط ((Sys et al.,, ۱۹۹۱ ارائه شده است برای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی استفاده شد.

ساختن سلسله مراتب :

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یك نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. هر چند که یك قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد ولی در یك نگاه کلی می‌توان گفت که روش ساختن یك سلسله مراتبی به نوع تصمیمی که باید اتخاذ شود بستگی دارد. در سلسله مراتب طراحی شده برای این تحقیق در بالاترین سطح هدف (بررسی تناسب اراضی محصول مورد نظر)، در سطح دوم معیارها شامل خاک، اقلیم و توپوگرافی، در سطح سوم زیرمعیارها و در آخر کلاس‌های تناسب اراضی به عنوان گزینه‌های مورد انتظار در نظر گرفته شده‌است. معیارهای انتخاب شده برای محصول گندم دیم در این تحقیق شامل درصد آهک، درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی،عمق خاک، بافت خاک،pH و ACEC در کنار شیب نماینده توپوگرافی و شاخص اقلیمی می باشد.

تعیین ضریب اهمیت معیارها، زیر معیارها و گزینه‌های مؤثر در کشت گندم دیم :

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط خود در بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده، که بدین صورت وزن نسبی آنها به دست می آید و سپس با استفاده از وزن های نسبی، وزن نهایی هر گزینه تعیین می گردد. در اصل در این مقایسه ها میزان ارجحیت عناصر بر یکدیگر مشخص می‌شود. این مقیاس‌بندی توسط (Saaty, ۱۹۹۰) ارایه شده است.

تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی و مؤثر در کشت گندم دیم :

در ادامه به منظور تعیین وزن نسبی پارامترهای اصلی، ابتدا برای هر یک از آن ها ماتریس میانگین هندسی تشکیل شد و وزن نسبی هر یک از آن‌ها محاسبه گردید؛ سپس در ادامه کار به تعیین وزن نسبی زیر معیارها و گزینه‌ها اقدام شد و در نهایت وزن نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین گردید. برای به دست آوردن ضریب اهمیت زیر معیارهای مربوط به هر پروفیل در هر واحد اراضی، با استفاده از روش ترکیب خطی با ضرب نمودن میزان هر یک از معیارهای درصد آهک، درصد کربن آلی، درصد سنگریزه سطحی، عمق خاک، بافت خاک، pH و ACEC، شیب و شاخص اقلیمی در هر پروفیل موجود در هر واحد خاک، در میزان وزن نسبی به دست آمده آن‌ها (از طریق ایجاد ماتریس تصمیم و انجام مقایسات زوجی)، وزن نهایی هر یک از معیارهای مربوطه برای هر پروفیل در هر واحد اراضی به دست آمد، که در ادامه با استفاده از شاخص تناسب به دست آمده میزان تناسب هر پروفیل در هر واحداراضی برای گندم دیم به دست آمد، و هر چه میزان شاخص تناسب بیشتر باشد تناسب آن پروفیل در آن واحد اراضی برای آن محصول بالاتر خواهد بود . قبل از انجام این مراحل به دلیل ناهم جنس بودن مقادیر واقعی هر معیار پروفیل در هر واحد اراضی، این مقادیر توسط معادله (۱) نرمال گردید تا همه داده‌ها در محدوده ۱-۰ قرار گیرند.

$$Xnorm = 0.5\left[\frac{x0-\bar{X}}{Xmax-Xmin}\right] + 0.5$$

که در این معادله Xnorm مقدار نرمال شده داده ورودی X، $\bar{X}$ میانگین داده‌ها، Xmax و Xmin به ترتیب حداکثر و حداقل داده‌ها می‌باشد.

بررسی سازگاری در قضاوت ها :

---

[۲۴۰]۲- Google Earth

[۲۴۱]۳-GPS

یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده در تعیین ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها است. مکانیزمی که برای بررسی سازگاری در قضاوت‌های در نظر گرفته شده است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری است که از تقسیم شاخص سازگاری به شاخص تصادفی بودن حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۱/۰ باشد، سازگاری در قضاوت ها مورد قبول است وگرنه باید در قضاوت ها تجدید نظر شود. (Armacost et al., ۱۹۹۹)

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی اقلیم برای کشت گندم دیم نشان داد که به طور کلی اقلیم محدودیت زیادی برای رشد ایجاد نمی‌کند و کلاس تناسب اقلیم، خیلی مناسب (S۱) می‌باشد. جدول (۱) وزن نسبی و ایجاد ماتریس تصمیم برای معیارهای مؤثر در کشت گندم دیم و جدول (۲) نیز وزن نسبی و ترتیب ارجحیت هر یک از معیارها را در رابطه با گندم دیم را نشان می‌دهد.

جدول ۱ - تعیین وزن نسبی و ایجاد ماتریس تصمیم برای معیارهای مؤثر در کشت گندم دیم.

معیار معیار	A (بیش%)	B (تفاب)	C (کهآ%)	D (CEC یرهاظ)	E (یلآ نیرک%)	F (هزرگنس%)	G (کاخ قمع)	H (pH)	I (میلقا صخاش)
A (%شیب)	۱	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۸	۹
B (بافت)		۱	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۸
C (%آهک)			۱	۳	۴	۶	۶	۷	۸
D (CEC ظاهری)				۱	۳	۴	۶	۶	۷
E (کربن آلی%)					۱	۲	۴	۵	۶
F (سنگریزه%)						۱	۳	۴	۵
G (عمق خاک)							۱	۲	۳
H (pH)								۱	۲
I (شاخص اقلیم) ضریب ناسازگاری: ۰۸۴/۰									۱

همان طور که در جدول بالا دیده می‌شود تصمیم‌گیرنده با توجه به کدهای ارجحیت که در روش ساعتی آمده است به کددهی معیارها با توجه به اهمیت هرکدام بر دیگری پرداخته است ضریب ناسازگاری این مقایسه ۰۸۴/۰ می‌باشد و به علت این که از ۱/۰ کمتر است مقایسه درست بود و نیازی به تکرار نیست.

جدول ۲ - وزن نسبی و ترتیب ارجحیت هر یک از معیارها را در رابط با گندم دیم.

معیار	درصد شیب	بافت خاک	درصد آهک	CEC ظاهری	درصد کربن آلی	درصد سنگریزه	عمق خاک	pH	اقلیم
وزن	۳۲۴/۰	۲۲۰/۰	۱۵۶/۰	۱۱۰/۰	۰۷۰/۰	۰۵۲/۰	۰۳۰/۰	۰۲۲/۰	۰۱۶/۰

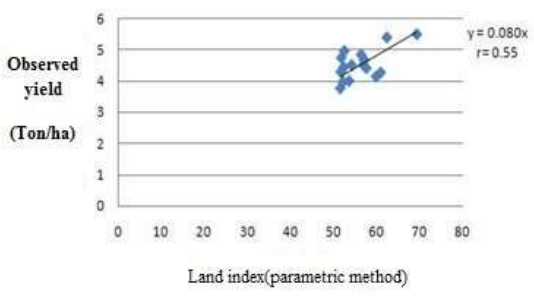
همان طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، مجموع ضرایب اهمیت معیارهای فوق معادل عدد یک است و این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارها است. و شیب به عنوان محدود کننده‌ترین عامل بالاترین وزن و اقلیم نیز پایین‌ترین وزن را به خود اختصاص داده اند.کلاس تناسب اراضی در هر واحد اراضی با استفاده از روش‌های AHP و پارامتریک (ریشه دوم) برای گندم دیم در جدول (۳) نشان داده شده است.

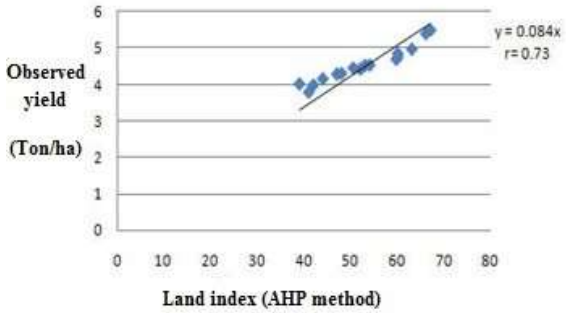
جدول ۳- کلاس تناسب اراضی در هر واحد اراضی با استفاده از روش‌های AHPو پارامتریک (ریشه دوم) برای گندم دیم

عملکرد مشاهده شده (تن در هکتار)	روش AHP	روش پارامتریک (ریشه دوم)	واحد اراضی

	کلاس تناسب	شاخص اراضی	کلاس تناسب	شاخص اراضی
۱	S۲	۶۹/۴	S۲	۰۶/۵۷
۲	S۲	۲۸/۴	S۲	۳۰/۵۳
۳	S۲	۷۸/۳	S۲	۵۵/۵۱
۴	S۲	۰۱/۴	S۲	۵۸/۵۳
۵	S۲	۹۸/۵	S۲	۶۷
۶	S۲	۸۵/۴	S۳	۲۰/۴۸
۷	S۲	۴۵/۴	S۲	۵۰/۵۰
۸	S۲	۷۵/۴	S۲	۸۰/۵۱
۹	S۲	۳/۴	S۳	۱۲/۴۸
۱۰	S۲	۶/۵	S۲	۱۹/۵۲
۱۱	S۳	۴۱/۳	S۳	۲۲/۴۲
۱۲	S۲	۱۵/۴	S۳	۶۳/۴۵
۱۳	S۲	۹۷/۴	S۲	۵۰/۵۲
۱۴	S۳	۵۲/۳	S۳	۵۵/۴۷
۱۵	S۲	۴۲/۴	S۳	۵/۴۷
۱۶	S۲	۵۳/۴	S۳	۲۴/۴۹

همانطور که در جدل فوق مشاهده می‌شود، ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی در تمامی واحدهای اراضی، موجب افزایش شاخص اراضی شده است. همچنین اکثر واحدهای اراضی برای کشت محصول گندم دیم با استفاده از هر دو روش در کلاس قرار S۲ قرار گرفتند. همچنین، کمترین و بیشترین میزان محصول به ترتیب در واحدهای ۵ و ۱۱ مشاهده می‌شود که میزان محصول در واحد شماره ۱۱ به علت محدودیت شیب و بالا بودن میزان سنگریزه دارای کمترین میزان است. هم‌بستگی بین شاخص اراضی و میزان عملکرد محصول با استفاده از روش‌های AHP و پارامتریک (ریشه دوم) در شکل (۱) نشان داده شده است.





شکل ۳- رگرسیون خطی بین شاخص اراضی و عملکرد مشاهده شده با استفاده از روش‌های AHP و پارامتریک (ریشه دوم) برای محصول گندم دیم

همانطور که در شکل فوق مشاهده میگردد همبستگی بین شاخص اراضی و میزان عملکرد محصول برای روش AHP، (r=۷۳/۰) بیشتر از روش پارامتریک، (r=۵۵/۰) به دست آمد. که با نتایج (Sanchez et al., ۲۰۰۳) همخوانی دارد.

منابع

۱. هاشم‌وند، پ. ۱۳۹۲. بررسی تناسب اراضی در اراضی دشت قزوین با استفاده از GIS و AHP. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. گروه مهندسی علوم خاک.

۲. Armacost, R., Hosseini, J., and Pet-Edwards, J. ۱۹۹۹. Using the Analytic Hierarchy Process as a Two phase Integrated Decision Approach for Large Nominal Groups.Group Decision and Negotiation, ۸: ۵۳۵-۵۵۵.

۳. FAO. ۱۹۷۶. A framework for land evaluation. FAO Soil Bulletin No ۳۲.Rome

۴. Feizizadeh, B., and T .Blaschke. ۲۰۱۳. Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS, Journal of Environmental Planning and Management, ۵۶(۱): ۱-۲۳.

۵. Saaty, TL. ۱۹۹۰. Decision making for leaders. RWS Publication,USA

۶. Sanchez, P., Palm, A., and Buol S. W. ۲۰۰۳. Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. Geoderma ۳: ۱۵۷-۱۸۵.

۷. Sonneveld, W., M. Hack-ten Broeke, C.A. van Diepen, and H.L. Boogaard. ۲۰۱۰. Thirty years of systematic land evaluation in the Netherlands, Geoderma, ۱۵۶: ۸۴-۹۲.

۸. Sys, C., E. Van Ranst, J. Debaveye, and F. Beernarent. ۱۹۹۳. Land evaluation. Part III: Crop requirements, International training center for post graduate soil scientist. Ghent University, Ghent, ۱۹۹ pp.

۹. Sys, C., E.Van Ranst, and J.Debaveye. ۱۹۹۱. Land evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development cooperation. Agricultural Publisher. No. ۷, Brussels, Belgium, ۲۷۴pp.

۱۰. USDA. ۲۰۱۰. Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. ۱۱ th edition.

Abstract

In this study compared land suitability evaluation for rainfed wheat using AHP and FAO methods in Kuhin area. According to the study, ۲۳ soil profiles, aerial photo interpretation ۱/۴۰۰۰۰ region, also taking into account the characteristics of soil morphology ۱۶ soil units (land units) was determined in the area. and land evaluation was performed on these units. ۹ criteria including: ($CaCo_3$%, %OC, %Gravel, Depth, Texture, Apparent CEC, pH, %Slope, Climate) were selected and then compared criteria examined in terms of decision matrix. Comparison of AHP and FAO land indices showed that AHP method has increased the land indices in all of land units. maximum and minimum calculated land indices were ۷۲.۵ (unit ۵) and ۴۸.۵۲ (unit۱۱)), respectively.