



## پهنه بندی تناسب اراضی برای بادام با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاری

غفار شبانیان، مهدی نادری، جواد گیوی و سعید قطره

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهرکرد و کارشناس

اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری، [Shabanian\\_1358@yahoo.com](mailto:Shabanian_1358@yahoo.com)

### چکیده

سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری برای جمع آوری، مدیریت، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات زمینی می باشد. توانایی این سامانه برای مدلینگ و عملیات جبری و منطقی که لازمه ارزیابی تناسب اراضی می باشد، کم نظیر است. در سالهای اخیر این سامانه انقلابی در پایش، تصمیم گیری و مدیریت منابع ایجاد نموده است. برای ارزیابی اراضی برای یک هدف خاص نیاز به بررسی معیارهای متعددی می باشد که ارزیابی چند معیاری ("Multi-criteria Evaluation, "MCE") نامیده می شود. ساهاست این روش بدون استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در علوم خاک برای ارزیابی و تناسب اراضی مورد استفاده قرار می گیرد. در حقیقت، هدف اصلی از ارزیابی زمین، بررسی تناسب واحدهای مختلف اراضی با در نظر گرفتن ویژگی های فیزیکی، اقتصادی، و اکولوژیکی منابع برای انتخاب گزینه یا گزینه های مناسب می باشد. در ارزیابی چند معیاری تصمیم گیری و ارزیابی بر اساس معیارهای مورد بررسی انجام می گیرد. قواعد تصمیم گیری روشهایی هستند که به کمک آنها معیارها برای یک ارزیابی بخصوص انتخاب و ترکیب می شوند. هدف از این مطالعه استفاده از اطلاعات زمینی به عنوان معیارهای اثرگذار بر تناسب اراضی برای کشت بادام در استان چهار محال و بختیاری می باشد. در این تحقیق توانیهای GIS و ارزیابی چند معیاری برای پهنه بندی تناسب اراضی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده از ارزیابی تناسب اراضی به روش ارزیابی چند معیاری نشان می دهد که در این روشها برخلاف روشهای دیگر کلاس تناسب بالا ( $S_1$ ) هم در منطقه وجود دارد و درصد مساحت اراضی دارای تناسب متوسط ( $S_2$ ) نسبت به روشهای دیگر بیشتر است. روشهای ارزیابی چند معیاری از انعطاف پذیری بیشتری نسبت به روشهای دیگر برخوردار هستند. علت آن را می توان در وزن دهی معیارها و ارزیابی پیکسل به پیکسل آنها جستجو کرد. روش های مورد استفاده در ارزیابی چند معیاری، شامل روش ترکیب خطی وزن دار و روش میانگین وزنی مرتب شده از نظر محاسباتی پیچیده نبوده و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به سادگی امکان بهره گیری از آنها فراهم می باشد. هر دو روش به سبب استفاده از ماتریس های ارزیابی، در تسریع عملیات، کاهش هزینه و تسهیل فرآیند ارزیابی مؤثر می باشند.

واژه های کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی، ارزیابی چند معیاری، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

### مقدمه

خاک به عنوان یکی از منابع پایه ای و زیربنایی در کشاورزی و تولید محصول به شمار می آید، لذا شناسایی استعداد خاکها و اراضی هر منطقه از اصولی ترین روشها جهت استفاده بهینه از این منابع، انتخاب الگوی کشت مناسب و بالا بردن سطح تولیدات کشاورزی است. ارزیابی تناسب اراضی برای تیپهای بهره وری رایج در هر منطقه یکی از راههای دستیابی به اهداف فوق است. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزاری برای جمع آوری، مدیریت، تجزیه و تحلیل و



نمایش اطلاعات زمینی می باشد. توانایی این سامانه برای مدلینگ و عملیات جبری و منطقی که لازمه ارزیابی تناسب اراضی می باشد، کم نظیر است. در سالهای اخیر این سامانه انقلابی در پایش، تصمیم گیری و مدیریت منابع ایجاد نموده است. برای ارزیابی اراضی برای یک هدف خاص نیاز به بررسی معیارهای متعددی می باشد که ارزیابی چند معیاری (Multi-criteria Evaluation) نامیده می شود. سالهاست این روش بدون استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در علوم خاک برای ارزیابی و تناسب اراضی مورد استفاده قرار می گیرد. در ارزیابی چند معیاری تصمیم گیری و ارزیابی بر اساس معیارهای مورد بررسی انجام می گیرد. قواعد تصمیم گیری روشهایی هستند که به کمک آنها معیارها برای یک ارزیابی بخصوص انتخاب و ترکیب می شوند (3 و 4). نادری (1384) با استفاده از چهار نقشه مناطق بسیار شور، عمق لایه های غیر قابل نفوذ، عمق آب زیر زمینی، و نقشه تلفیقی از کانالهای آبیاری و زهکشی اصلی، اقدام به پهنه بندی مناطقی از جنوب شرقی اصفهان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاری نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که روشهای چند معیاری می توانند برای تعیین تناسب اراضی مورد استفاده قرار گیرند (2). کارور<sup>1</sup> (1991) معتقد است که یکی از روشهایی که می تواند بر محدودیتهای تعداد زیاد لایه ها و متفاوت بودن آنها غلبه نماید، روشهای ارزیابی چند معیاری می باشد. هدف از به کار بردن مدل های ارزیابی چند معیاری، پیدا کردن راه حلهایی برای حل مسائل تصمیم گیری مشخص شده توسط گزینش های چندگانه است (5).

بادام یکی از مهمترین محصولات باغی استان چهارمحال و بختیاری از لحاظ سطح زیرکشت و ارزش اقتصادی است. شرایط اقلیمی، از جمله وجود زمستانهای سرد و طولانی و نیاز بادام به سرمای مناسب جهت سپری شدن خواب زمستانه از یک طرف، این استان را برای تولید بادام مناسب نموده است و از طرف دیگر حجم زیادی از محصول بادام در استان در نتیجه سرمای دیررس بهاره از بین می رود (1). هدف از این مطالعه استفاده از اطلاعات زمینی به عنوان معیارهای اثرگذار بر تناسب اراضی برای کشت بادام در استان چهارمحال و بختیاری می باشد. در این تحقیق توانیهای GIS و ارزیابی چند معیاری برای پهنه بندی تناسب اراضی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### مواد و روشها

این مطالعه در سطح استان چهارمحال و بختیاری با مساحت حدود 1/634/338 هکتار که بین  $30^{\circ} 9'$  و  $32^{\circ} 48'$  عرض شمالی و  $49^{\circ} 28'$  و  $51^{\circ} 52'$  طول شرقی قرار گرفته، انجام شده است (1). لایه های اطلاعاتی اقلیم (سرمزدگی در مراحل فنولوژیکی رشد بادام در بهار) و خاک (عمق، آهک، بافت، مواد آلی، شوری و واکنش خاک)، تهیه گردید. مشخصات اراضی با نیازهای رویشی بادام مقایسه و کلاس تناسب برای اراضی استان با استفاده از روشهای ارزیابی چند معیاری در محیط نرم افزار ایلویس 2/1 و ادیسی 2/0 تعیین گردید.

### مراحل ارزیابی چند معیاری

به کار گیری روشهای چند معیاری مستلزم انجام عملیاتی است که عمده ترین آنها عبارت است از: تشکیل ماتریس ارزیابی، استاندارد کردن داده ها، تعیین وزن عوامل و تجزیه و تحلیل اطلاعات (3 و 4).

### تشکیل ماتریس ارزیابی و استاندارد سازی داده ها

<sup>1</sup> - Carver



اولین اقدام در MCE ایجاد ماتریس ارزیابی است. عناصر این ماتریس ارزش های مربوط به هر یک از گزینه ها را بر اساس عوامل مختلف نشان می دهند. این ماتریس اساس کلیه عملیات ارزیابی را نشان می دهد. از آنجایی که دامنه نمرات گزینه ها با توجه به منابع اطلاعات برای عوامل مختلف غالباً متفاوت می باشد، نمرات ماتریس ارزیابی می بایست استاندارد شوند (4 و 5). استاندارد نمودن داده ها به معنی همسان کردن دامنه تغییر دامنه داده ها بین صفر و یک (0,1) می باشد. برای استاندارد سازی داده ها از تابع عضویت فازی استفاده شد. معمول ترین روش استاندارد کردن داده ها که در ارزیابی چند معیاری کاربرد زیادی دارد، استفاده از کَشش خطی می باشد (3).

### وزن دهی فاکتورها و تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای آنالیزهای ترتیبی و تعیین وزن متغیرها از روش مقایسه زوجی و ضرایب ارائه شده توسط سآتی (1980) استفاده شد (جدول 1)، و ماتریس مقایسه زوجی ایجاد گردید. این ماتریس شامل ضرایبی است که نشان دهنده اهمیت نسبی هر معیار می باشد. این اعداد با استفاده از نظرات کارشناسی مشخص گردیدند. با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی، ضرایب برداری هر یک از عوامل محاسبه و اوزان مربوط به متغیرهای مؤثر در ارزیابی تعیین گردیدند. از ضرایب برداری در ایجاد برازش بهینه بر روی وزنه های حاصله و محاسبه شاخص سازگاری استفاده می شود. مهمترین مساله در ارزیابی چند معیاری، نحوه تلفیق اطلاعات حاصل از منابع متعدد است (3). تجزیه و تلفیق اطلاعات به دو روش ترکیب خطی وزنی (Weighted Linear Combination) و میانگین وزنی مرتب شده (Ordered Weighted Average) انجام گردید.

### - روش ترکیب خطی وزن دار

یکی از روشهای متداول در ارزیابی چند معیاری که کاربرد بسیار وسیعی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پیدا کرده است، روش ترکیب خطی وزن دار می باشد (4 و 5). در این روش عوامل مختلف به صورت زوجی مقایسه گردیده و تعیین وزن می شوند. عوامل مورد بررسی با اعمال وزن تعیین شده با استفاده از رابطه زیر تلفیق و مجموع نتایج حاصله نشان دهنده تناسب نهایی می باشد:

$$S = \sum W_i X_i \quad (1)$$

$S$ : تناسب برای هدف مورد بررسی  $W_i$ : وزن عامل  $i$   $X_i$ : نمره مربوط به عامل  $i$

در رابطه فوق همانند معادله رگرسیون، تناسب به صورت خطی تعیین می شود. در صورتی که عواملی به عنوان محدودیت قطعی به صورت بولین<sup>1</sup> که در آن صفر نماینده محدودیت و یک عدم محدودیت است، مورد استفاده قرار گیرد، رابطه فوق به شکل زیر تعدیل می گردد:

$$S = \sum W_i X_i C_i \quad (2)$$

$C_i$ : نمره مربوط به محدودیت  $i$  که شامل ارزشهای 0 و 1 است.

در معادله فوق پس از اعمال وزن عوامل و محاسبه مجموع آن، نتیجه در نمرات عوامل محدودیت ضرب می شود. در نتیجه نواحی که دارای محدودیت است به عنوان مناطق فاقد تناسب و مناطق بدون محدودیت برای کاربری مورد نظر مناسب تشخیص داده می شود.

### - روش میانگین وزنی مرتب شده :

<sup>1</sup> - Boolean

روش دیگر ارزیابی چند معیاری روش میانگین وزنی مرتب شده می باشد. در این روش از همان وزنهای ترکیب خطی (WLC) برای فاکتورها استفاده می شود. با این تفاوت که در اینجا دو مجموعه وزن به کار گرفته می شود. اولین دسته، شامل وزنهایی هستند که در WLC استفاده می شوند و وزنهای معیار نامیده می شوند. این وزنهای اهمیت فاکتورها را مشخص می کنند. دسته دوم از وزنهای مرتب شده هستند که برای بکارگیری آنها بایستی بر روی پیکسل ها اعمال شوند. در این روش، داده ها (در هر محل یا پیکسل) بصورت صعودی مرتب می شوند و با اختصاص دادن یکسری وزن و اصول منطقی و (AND) یا (OR) می توان حالت بینابین را تعریف نمود. شکل (1) استراتژی تصمیم گیری در روش میانگین وزنی مرتب شده را نشان می دهد.

در روش OWA دو مجموعه وزن به کار گرفته می شود. اولین دسته، شامل وزنهایی هستند که در WLC استفاده می شوند و وزنهای معیار نامیده می شوند. این وزنهای اهمیت فاکتورها را مشخص می کنند. دسته دوم از وزنهای مرتب شده هستند که برای بکارگیری آنها بایستی بر روی پیکسل ها اعمال شوند. در این روش، داده ها (در هر محل یا پیکسل) بصورت صعودی مرتب می شوند و با اختصاص دادن یکسری وزن و اصول منطقی و (AND) یا (OR) می توان حالت بینابین را تعریف نمود. در روش WLC فقط وزنهای معیار بکار برده می شوند (4) و (5).

## نتایج و بحث

فاکتورهای با اهمیت تر بر اساس وزنهای ویژه بدست آمده از آنها در رقم مامایی عبارتند از: احتمال سرما زدگی در مراحل میوه کوچک و گلدهی (0/1607)، عمق خاک (0/1429)، احتمال سرما زدگی در مراحل نوک صورتی و متورم شدن جوانه ها (0/1250) و جهت شیب (0/1072) و در رقم شاهرود 12 عبارتند از: عمق خاک (0/1637)، احتمال سرما زدگی در مراحل میوه کوچک و گلدهی (0/1455)، احتمال سرما زدگی در مراحل نوک صورتی و متورم شدن جوانه ها (0/1273) و جهت شیب (0/111). مقایسه زوجی امکان کمی کردن اهمیت نسبی عوامل را که به صورت کیفی بیان می شوند، فراهم آورده و امکان مقایسه دو بدوی هر یک از عوامل را با سایر عوامل امکان پذیر می سازد. روش مذکور به دلیل "کمی" بودن ضرایب مربوط به اهمیت نسبی عوامل، با GIS سازگاری داشته و در مطالعات، کاربرد زیادی پیدا کرده است. نتایج حاصل از دو روش OWA و WLC در جداول (2 و 3) به تفکیک آورده شده است. جدول (2) نشان می دهد که درصد اراضی با تناسب متوسط ( $S_2$ ) برای هر دو رقم بیشتر از درصد اراضی با تناسب زیاد و کم می باشد. درصد اراضی با تناسبهای  $S_1$ ،  $S_2$  و  $S_3$  برای رقم شاهرود 12، اگرچه بیشتر از رقم مامایی است، ولی تفاوت معنی داری را نشان نمی دهد. علت این امر را می توان دامنه تغییر پذیری کم عوامل مختلف و احتمالاً نزدیک بودن وزنهای به کار رفته برای این عوامل ذکر نمود. نتایج حاصل در جدول (3) نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین نتایج ارزیابی تناسب اراضی چه بین ارقام و چه بین روشها وجود ندارد. نتایج حاصل از بکارگیری روش میانگین وزنی مرتب شده نشان می دهد که درصد اراضی با تناسب متوسط ( $S_2$ ) برای ارقام مامایی و شاهرود 12، تقریباً دو برابر درصد اراضی با هر کدام از تناسبهای زیاد ( $S_1$ ) و کم ( $S_3$ ) و نامناسب ( $N$ ) می باشد. علت این موضوع احتمالاً به دلیل به کار بردن وزنهای فاکتور و مرتب شده فوق می باشد و اینکه این وزنهای، وزنهای مناسبی نبوده و لازم است وزنهای دیگری به کار برده شود. همچنین احتمال اینکه وزنهای استفاده شده



در بخش WLC آنقدر قوی باشند که به تقسیم شدن وزن در OWA به 10 قسمت حساسیت نشان ندهند، نیز وجود دارد. دلیل دیگر اختلاف بسیار کم ضرایب در حالت مرتب شده به علت تعداد زیاد فاکتورها، می تواند باشد. دلیل سوم اینکه میزان تغییرات خصوصیات مورد مطالعه در منطقه از شدت زیادی برخوردار نمی باشد و یا اینکه آنها دارای تغییر پذیری کمی هستند و در نتیجه بر شدت تغییرات درجات تناسب مؤثرند. روشهای MCE از انعطاف پذیری بیشتری نسبت به روشهای دیگر برخوردار هستند. در این روشها محدوده ارزیابی از واحد نقشه به پیکسل کاهش یافته و هر پیکسل با پیکسلهای دیگر مقایسه خواهد شد. در این روشها، خصوصیات مورد ارزیابی، از نظر اهمیت یکسان نمی باشند. هر دو روش فوق از نظر محاسباتی پیچیده نبوده و در محیط GIS به سادگی امکان بهره گیری از آنها فراهم می باشد. هر دو روش به سبب استفاده از ماتریس های ارزیابی در تسریع عملیات، کاهش هزینه و تسهیل فرآیند ارزیابی مؤثر می باشند. سادگی فرآیند در روش های مورد استفاده در تحقیق حاضر، تصمیم گیری و انتخاب استراتژی های مناسب را ممکن نموده و نیل به اهداف مورد نظر را آسان تر می نماید.

جدول 1: ضرایب اهمیت نسبی عوامل (4)

شدت اهمیت	تعریف
1	اهمیت معادل
2	اهمیت معادل تا متوسط
3	اهمیت متوسط
4	اهمیت متوسط تا قوی
5	اهمیت قوی
6	اهمیت قوی تا خیلی قوی
7	اهمیت خیلی قوی
8	اهمیت به شدت قوی
9	اهمیت بینهایت

جدول 2: درصد مساحت کلاسهای تناسب اراضی، حاصل از روش WLC برای ارقام مامایی و شاهرود 12 (قبل از فیلتر شدن)

رقم شاهرود 12	رقم مامایی	کلاسهای تناسب
12/28	*12/22	$S_1$
24/32	24/38	$S_2$
12/28	12/19	$S_3$
12/36	12/44	$N^*$
22/04	22/04	$N_c = N_{Clay}$
16/72	16/72	$N_s = N_{slope}$

\*مساحت ها به درصد می باشند

جدول 3: نتایج (مساحت کلاسه‌های تناسب اراضی به درصد) حاصل از روشهای WLC و OWA (مجموعه سوم) برای ارقام مامایی و 12 شاهرود، (قبل از فیلتر شدن)

روش ارزیابی	روش WLC		روش OWA	
	رقم مامایی	رقم 12 شاهرود	رقم مامایی	رقم 12 شاهرود
$S_1$	*12/22	12/28	12/25	12/22
$S_2$	24/38	24/32	24/45	24/39
$S_3$	12/19	12/28	12/15	12/21
$N^*$	12/44	12/36	12/38	12/42
$Nc = N_{Clay}$	22/04	22/04	22/04	22/04
$Ns = N_{slope}$	16/72	16/72	16/72	16/72

\*مساحت ها به درصد می باشند.

$N^*$ : نامناسب به خاطر سایر مشخصات زمین به غیر از بافت و شیب



شکل 1: استراتژی تصمیم گیری در OWA

### منابع

- (1) شبانیان، غ.، 1385. تعیین تناسب اراضی استان چهارمحال و بختیاری برای کشت بادام با استفاده از فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهرکرد. 178ص.
- (2) نادری، م.، 1384. پهنه بندی خطر شوری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاری. نهمین کنگره علوم خاک. ص 677-679.
- (3) Eastman, J. R, 2001. IDRISI 32, Release 2.0, Guide to GIS and image processing. Vol. 2, Clark labs, Worcester, MA, 144 p.
- (4) Malczewski, J, 1999. GIS and multicriteria decision analysis. Wiley, New York, USA, 392 p.
- (5) Malczewski, J, 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. J. Progress in Planning. 62: 3-65.



## **Land Suitability Assessment for Almond Using Geographic Information System (GIS) Technology and Multi-criteria Evaluation**

**G. Shabani<sup>1</sup>, M. Nadei<sup>2</sup>, J. Givi<sup>3</sup> and S. Ghatreh Samani<sup>4</sup>**

**1, 2 & 3- College of Agriculture, Shahrekord University, 4- Meteorologist, Chaharmahal va Bakhtiari Provincial Meteorological Bureau**

### **Abstract**

Geographical Information System (GIS) technology is a tool for collection, management, analysis and representation of land information. GIS has a suitable ability for modeling, algebra and Boolean operation that needed for land suitability evaluation. In recently years, this technology made revolution in analysis, decision and resources management. For a special purpose, land evaluation is needed to investigation of several criteria that named Multi-criteria evaluation (MCE). For many years this method is used without Geographical Information System technology in soil science for land suitability evaluation. infactly, the main purpose of land evaluation is investigation of suitability of several soil units with concentration physical, economical and ecological properties of resources for selection of suitable alternatives. The purpose of this study is applying land information for effective criteria on land suitability almond plantation in Chaharmahal va Bakhtiari province. The results of the multi-criteria evaluation method revealed that parts of the lands are highly suitable and the percentage of the surface area with moderate suitability class is higher with respect to the results of the other used methods. The multi-criteria evaluation method is more flexible compared with the other used methods. The reasons for this difference are weighting the criteria and pixel by pixel evaluation done in the GIS. Multi-criteria evaluation methods are not complicated as far as calculations are concerned and can be used easily in the Geographical Information System. Because of using evaluation matrices, multi-criteria evaluation methods are effective in acceleration of the operations, reduction in expenses and facilitating of the evaluation.

**Key words: GIS, Land suitability evaluation, Multi-criteria evaluation.**