

## ارزیابی فیزیکی و اقتصادی تناسب اراضی برای کاربری‌های گندم و جو دیم با استفاده از نرم‌افزار ALES در منطقه تاکستان

ندا محمدرضائی<sup>۱</sup>، فریدون سرمدیان<sup>۲</sup> و احمد حیدری<sup>۳</sup>

### چکیده

ارزیابی اراضی در واقع برآورد و تعیین نوع بهره‌وری از اراضی برای چندین سیستم کاربری اراضی پیشنهادی در منطقه است. در این تحقیق از نرم‌افزار ALES برای ارزیابی فیزیکی و اقتصادی استفاده شد. منطقه مورد مطالعه، به مساحت ۶۵۶ هکتار در غرب استان قزوین در محدوده، عرض‌های جغرافیایی ۶۰° ۳۶ تا ۱۱° ۳۶ شمالی و طول‌های ۳۵° ۴۹ تا ۴۰° ۴۹ شرقی قرار دارد. متوسط ارتفاع منطقه ۱۴۲۸ متر است و از اطلاعات اقلیمی مربوط به دو ایستگاه تاکستان با مقدار بارندگی ۲۳۸ میلی‌متر و ایستگاه خرم دره با مقدار بارندگی سالیانه ۲۹۷ میلی‌متر استفاده شد. در منطقه مورد مطالعه، اراضی تحت کشت دیم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، بر اساس نقشه‌های خاک و توپوگرافی و اقلیم منطقه جدا گردید و ۷ پروفیل در واحدهای اراضی حفر گردید. نتایج نشان داد که محدود کننده‌ترین عامل در این اراضی نیازهای رطوبتی گیاه است ولی در برخی از واحدها عمق ریشه‌دوانی و وضعیت فرسایشی و حاصل‌خیزی (نیترژن و ماده آلی) نیز دارای محدودیت ناچیز تا متوسط می‌باشند. نتایج به دست آمده از نرم‌افزار ALES نشان می‌دهد که گندم دیم در واحدهای اراضی ۱،۲،۳ دارای تناسب S3 و در واحدهای اراضی ۴،۵،۶،۷ دارای تناسب S2 و جو دیم در واحد اراضی ۱،۲،۳ دارای تناسب فیزیکی N و در واحدهای اراضی ۴،۵،۶،۷ دارای تناسب S3 می‌باشند. در این تحقیق کلاس‌های تناسب اقتصادی توسط ALES به دست آمد که شامل S2, S3 برای گندم دیم و S3, N برای جو دیم است. با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعه دو گیاه گندم و جو دیم، اولویت کشت با گندم است. زیرا جو با توجه به زمان کاشت در منطقه، دچار کاهش محصول بیشتری نسبت به گندم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی فیزیکی اراضی، ارزیابی اقتصادی اراضی، نرم‌افزار ALES گندم، جو

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۸

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشجوی دکتری، خاکشناسی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

E- mail: neda\_rezaei63@yahoo.com

۲- دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۳- استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

## مقدمه و بررسی منابع علمی

ارزیابی اراضی در واقع برآورد و تعیین نوع بهره‌وری از اراضی برای چندین سیستم کاربری پیشنهادی در منطقه است. به عبارت دیگر، ارزیابی اراضی، چگونگی رفتار هر منطقه از اراضی را در ارتباط با کاربری اراضی مشخص می‌کند. هدف اصلی آن آگاهی دادن فرآیندهای تخصیص منابع اراضی به کاربران اراضی به وسیله اشخاص، مجموعه‌ها و دولت‌ها است بنابراین، یک روش برای تصمیم‌گیری راه بردی است. اهداف تکنیکی ارزیابی اراضی توضیح محدودیت‌های اراضی و ارائه روش مدیریتی صحیح بر پایه آن می‌باشد (FAO, 1983). اراضی را می‌توان تقریباً به منظور تمامی اهداف مورد استفاده قرار داد، به شرطی که به مقدار کافی نهاده و سرمایه در اختیار باشد. افزودن این نهاده‌ها می‌تواند مانند آنچه که در گلخانه انجام می‌شود شرایط لازم را برای رشد انواع گیاهان فراهم آورد. اما هر واحد اراضی، پتانسیل‌ها و محدودیت‌های مربوط به خود را دارد و هم‌چنین هر کاربری اراضی نیازهای بیوفیزیکی خاصی را طلب می‌کند. لذا، کاربرد هر یک از نهاده‌ها و انجام عملیات عمرانی و توسعه‌ای برای رفع محدودیت‌های اراضی و بر آورده ساختن نیازهای بیوفیزیکی استفاده‌های مختلف از اراضی، مستلزم صرف هزینه‌های هنگفت است. بنابراین برای به حداقل رساندن هزینه‌های اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی قابلیت یا استعداد ذاتی واحدهای اراضی برای دستیابی به کاربری خاص

به مدت طولانی و بدون تخریب، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

ALES یک برنامه کامپیوتری است که به ارزیابان اراضی امکان ارزیابی با سیستم کارشناسی بر حسب روش‌های موجود در فائو را می‌دهد. این نرم‌افزار در ارزیابی اراضی در مقیاس منطقه‌ای یا پروژه‌ای کاربرد دارد. در ALES ارزیاب با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه مدل خود را طراحی می‌کند یک لیست ثابتی برای نیازهای کاربری اراضی و خصوصیات اراضی که کیفیت اراضی از آنها استنباط می‌شود وجود ندارد. به علاوه این لیست‌ها به وسیله ارزیاب‌ها برای شرایط منطقه و اهداف مورد نظر تعیین می‌شود. متخصصین در واقع، سیستم ارزیابی را با استفاده از ALES با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه و اهداف خود از ارزیابی طراحی می‌کنند. ALES یک روش سریع برای ارزیابی اراضی است. این اطلاعات می‌توانند با عوامل اقتصادی-اجتماعی ترکیب شوند. این روش در برنامه‌های بررسی ارزیابی اراضی مورد استفاده قرار گرفته است (Smith et al., 1984). در مطالعات ارزیابی اراضی برای ارزیابی چراگاه‌ها و زمین‌های مسطح، برای برنامه ریزی کاربری اراضی، تناسب اراضی و خطرات فرسایش، تعیین کاربری اراضی نیز از این نرم افزار استفاده شده است (Shepande, 2002).

سیستم ارزیابی اتوماتیک اراضی به عنوان ابزاری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. تناسب فیزیکی، درجه تناسب

تولید محصول شرایط نامطلوب دمایی و خیزی خاک برای ریشه زدن گیاهان می‌باشند. در ALES این قابلیت وجود دارد که با توجه به نظر کارشناس و آزمایش‌های انجام شده و گفتگو با کشاورزان، تمامی عوامل محدود کننده تولید محصول وارد شوند و همچنین بعد از ساختن مدل مناسب محصولات مورد مطالعه در ALES، این امکان وجود دارد که این چهارچوب توسط سایرین استفاده شود. با توجه به نوسانات قیمت نهاده‌ها و محصولات در کشور، ALES می‌تواند برای ارزیابی تناسب اقتصادی منطقه برای محصولات فقط با تغییر قیمت نهاده‌ها و به‌روز کردن آن‌ها به کار رود (Ayoubi et al., 2002).

گیوی (Givi, 1998) ارزیابی کیفی، کمی تناسب اراضی برای محصولات عمده فلاورجان را در سطح ۲۰,۰۰۰ هکتار از اراضی انجام داد. مبنای مطالعه چهارچوب فائو و از دو روش محدودیت ساده و پارامتریک استفاده شد. تیپ‌های بهره‌وری گندم، جو، سیب زمینی، پیاز، برنج و یونجه انتخاب شدند. روش محدودیت ساده تماماً با استفاده از نرم‌افزار ALES انجام شد. مهم‌ترین محدودیت‌ها برای گندم، جو، سیب زمینی و پیاز در منطقه اقلیم بود، همچنین از محدودیت‌های دیگر می‌توان از سنگریزه، شوری، پستی و بلندی، سیل‌گیری و وضعیت زهکشی اشاره کرد. در بیشتر واحدهای اراضی تناسب کیفی برای کشت گندم و جو آبی مناسب بود. این نتیجه برای سیب زمینی و پیاز هم گرفته شد. اغلب واحدهای اراضی برای کشت برنج

برای کاربری اراضی را بدون در نظر گرفتن شرایط اقتصادی نشان می‌دهد. این نوع تناسب به جنبه‌های نسبتاً پایدار از جمله آب و هوا و شرایط خاک بیشتر از موارد قابل تغییر از جمله هزینه‌ها توجه دارد. این نوع تناسب بیشتر به ریسک‌ها و خطرات محیطی یا محدودیت‌های مطلق مثل آب و هوا تمرکز دارد (Rossister, 1996). در ALES اگر یک واحد اراضی از نظر فیزیکی غیر مناسب باشد در این صورت آن واحد برای آن محصول مورد ارزیابی اقتصادی قرار نمی‌گیرد. برای اراضی که بطور کامل نامناسب تشخیص داده نشده‌اند، درجه تناسب تعیین و تقسیم‌بندی می‌شوند. مزیت این نوع ارزیابی این است که با گذشت زمان به طور سریع تغییر نمی‌کند. و از معایب آن تصمیمات کاربری اراضی بیشتر بر اساس توجیحات اقتصادی است و در عدم حضور مفاهیم اقتصادی تعیین درجه تناسب و مقایسه دو نوع کاربری روی یک واحد اراضی دچار ابهامات می‌شود (Rossister et al., 1997). ارزیابی فیزیکی می‌تواند کارهای مدیریتی لازم بر روی اراضی را نشان دهد.

یژنگا و ورهی (Yiengaw and Verheye, 1995) در کاربرد اطلاعات ذخیره شده کامپیوتری در ارزیابی اراضی بوسیله نرم‌افزار ALES در ناحیه مرکزی اتیوپی به این نتیجه رسیدند که مناطق دارای ارتفاع زیاد، محدودیت‌های شدید اقلیمی برای تمام محصولات درختی دارد، نواحی مرکزی و جنوبی از لحاظ اقلیمی تناسب زیاد برای جو و تناسب متوسط برای ذرت دارد. محدودیت‌های اصلی برای

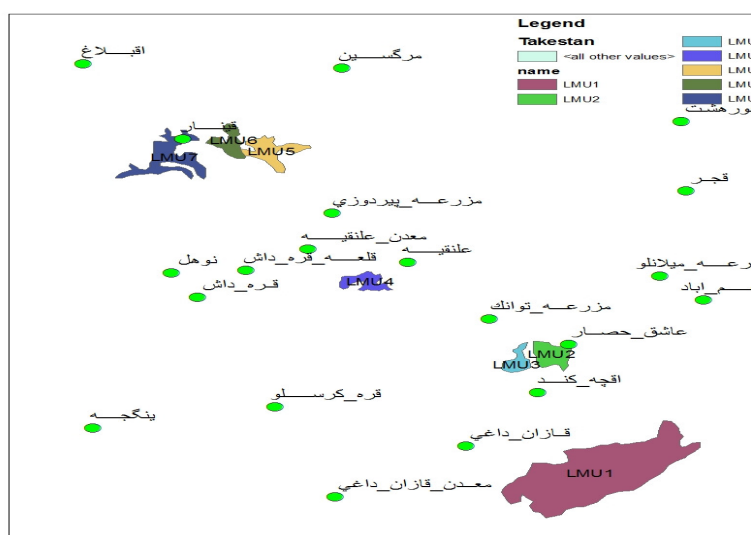
اراضی تحت کشت دیم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و بر اساس نقشه‌های خاک و توپوگرافی و اقلیم منطقه جدا شدند. ۷ واحد اراضی (شکل ۱) از منطقه جدا گردید و مورد مطالعه قرار گرفت. در منطقه مورد مطالعه، رژیم حرارتی خاک مزیک و رژیم رطوبتی زیریک می‌باشد. این محدوده با توجه به جدول ۱ شامل اراضی تپه، فلات‌ها و تراس‌های فوقانی و دشت‌های دامنه‌ای است. با توجه به موقعیت واحدهای اراضی، برای واحدهای اراضی یک و دو و سه از اطلاعات اقلیمی مربوط به ایستگاه تاکستان با مقدار بارندگی ۲۳۸ میلی‌متر و برای واحدهای اراضی چهار، پنج، شش و هفتم از ایستگاه خرم دره با مقدار بارندگی سالانه ۲۹۷ میلی‌متر استفاده شد.

و یونجه دارای محدودیت و از نظر تناسب اقتصادی کشت برنج در اکثر واحدهای اراضی بیشترین سوددهی را داشته است.

هدف اصلی در این تحقیق تعیین توان و استعداد اراضی در تولید محصولات زراعی و مشخص نمودن تناسب (فیزیکی و اقتصادی) نواحی برای محصولات دیم و تعیین عملکرد هر واحد اراضی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، به مساحت ۶۵۶ هکتار در غرب استان قزوین در عرض‌های جغرافیایی  $36^{\circ} 6'$  تا  $36^{\circ} 11'$  شمالی و طول‌های  $49^{\circ} 35'$  تا  $49^{\circ} 40'$  شرقی قرار دارد. متوسط ارتفاع منطقه ۱۴۲۸ متر و حداقل و حداکثر ارتفاع به ترتیب ۱۱۷۹ و ۱۷۰۲ متر می‌باشد. در منطقه مورد مطالعه،



شکل ۱- واحدهای اراضی در منطقه مورد مطالعه  
Figure 1- Land units in the study area

جدول ۱- مساحت و مشخصات فیزیوگرافی واحدهای اراضی

Table 1- Area and physiographic characteristics of land units

مشخصات فیزیوگرافی physiographic characteristics	وسعت (ha) Area	واحدهای اراضی LMU
دشت دامنه‌ای با شیب ۵-۲٪ Hillside plain with slope 2-5%	408	LMU1
دشت دامنه‌ای با شیب عمدتاً ۵-۲٪ و ندرتا کمتر از ۲٪ Hillside plain with mostly slope of 2-5% and rarely less than 2%	22	LMU2
دشت دامنه‌ای با شیب عمدتاً کمتر از ۲٪ و ندرتا بین ۵-۲٪ Hillside plain with mostly slope of 2% and rarely 2-5%	40	LMU3
تپه با شیب ۵-۸٪ Hill with slope 5-8%	28	LMU4
فلات با شیب ۵-۲٪ Plateau with slope 2-5%	48	LMU5
فلات با شیب‌های ۵-۲٪ و در برخی قسمت‌ها ۵-۸٪ Plateau with slope 2-5% and in some parts 5-8%	30	LMU6
فلات با شیب‌های ۵-۸٪ و در برخی قسمت‌ها ۲-۵٪ Plateau with slope 5-8% and in some parts 2-5%	80	LMU7

مورد نظر انتخاب گردید که در جدول ۲ با کد مشخص شده است (Rossiter, 2003).

جدول ۲- نیازهای کاربری اراضی

Table 2- Requirements of land utilization

m	نیازهای رطوبتی Moisture requirements
t	نیازهای دمایی Temperature requirements
r	شرایط ریشه دوانی Root grow condition
f	وضعیت حاصل خیزی Fertility status
e	وضعیت فرسایشی Erosion status

### نتایج و بحث

تولید پتانسیل محصولات گندم و جو دیم با توجه به تاریخ کشت آن‌ها در منطقه مورد مطالعه به ترتیب در جداول ۳ و ۴ آورده شده است.

در این ارزیابی از نرم‌افزار ALES که بر اساس دانش کارشناس می‌باشد استفاده شد. تناسب اقتصادی انجام شده توسط ALES با استفاده از سود ناخالص انجام شد که سود ناخالص از کسر قیمت‌های متغیر از درآمدها بر حسب واحدهای پول در هر هکتار در سال در طی انجام پروژه بدون توجه به ارزش زمان پول و بدون توجه به قیمت‌های ثابت هر واحد اراضی تعیین می‌شود. سود ناخالص برای واحدهای اراضی که نیاز به اصلاح اراضی در یک سال یا یک دوره کوتاه مدت ندارند مناسب است. برای محاسبه تولید پتانسیل هر محصول از روش فائو استفاده شد. در این روش نیاز به جمع‌آوری و تعیین یک سری از پارامترها و خصوصیات اقلیمی برای هر کدام از محصولات می‌باشد. نیازهای کاربری اراضی با توجه به شرایط محیطی منطقه مطالعاتی و اهمیت آن‌ها در کاربری

جدول ۴- پتانسیل تولید جو (کیلوگرم بر هکتار)  
Table 4- Yield potential of barely (kg/ha)

پتانسیل تولید Yield potential	ماکزیمم بیوماس ناخالص Biomass gross maximum	متوسط دما در سیکل رشد The average temperature in the grow cycle	ایستگاه هواشناسی Weather station
5042	379/4	17/8	تاکستان Takestan
4997	371/62	15/54	خرمدره Khoramdare

جدول ۳- پتانسیل تولید گندم زمستانه (کیلوگرم بر هکتار)

Table 3- Yield potential of winter wheat (kg/ha)

پتانسیل تولید Yield potential	ماکزیمم بیوماس ناخالص Biomass gross maximum	متوسط دما در سیکل رشد The average temperature in the grow cycle	ایستگاه هواشناسی Weather station
5423	279	14/66	تاکستان Takestan
5417	272	12/5	خرمدره Khoramdare

جدول ۵ مربوط به نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی و جدول ۶ نتایج ارزیابی فیزیکی برای گندم و جو دیم با نرم‌افزار ALES می‌باشد.

جدول ۵- نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی  
Table 5- Physical and chemical analysis

کربن آلی Organic carbon %	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	واکنش پذیری pH	بافت texture	عمق Depth (cm)	افق Horizon	پروفیل Profiles	واحد اراضی Land unit
0/5	1/44	7/75	S.C.L	0-20	Ap		
0/45	1/99	7/72	C.L	20-35	Bk1		
0/22	0/91	7/8	C	35-80	Bk2	1	LMU1
0/13	0/59	7/9	S.C.L	80-140	Bk3		
0/04	2/59	7/63	S.C.L	140-170	Bk4		
0/45	1/57	7/78	S.C.L	0-20	Ap		
0/45	0/98	7/68	S.C.L	20-40	Bk1	2	LMU2
0/22	0/74	7/73	C.L	40-100	Bk2		
0/24	1/06	7/8	S.C.L	0/25	A	3	LMU3
1/09	1/65	7/33	S.C.L	0/20	Ap		
0/64	1/26	7/44	C	20-35	Bw	4	LMU4
0/5	1/65	7/59	C.L	35-50	Bck		
1	1/01	7/69	C	0-20	Ap		
0/36	0/98	7/67	C	20-40	Bw	5	LMU5
0/36	1/7	7/65	C	40-80	Bk		
0/32	1/3	7/76	C.L	80-140	Bck		
0/45	0/65	7/73	S.C.L	0-25	Ap		
0/45	1/01	7/72	C.L	25-50	Bw	6	LMU6
0/09	0/61	7/75	S.L	50-75	Bck		
0/45	0/55	7/67	C.L	0-20	Ap		
0/45	0/52	7/65	C	20-40	Bw		
0/18	0/74	7/67	C	40-80	Bk1	7	LMU7
0/13	0/76	7/76	C.L	80-120	Bk2		
0/13	2/18	7/73	C.L	120-170	Bck		

درجه سلسیوس بودن در زمان رشد رویشی و بیشتر از ۱۴ درجه سلسیوس بودن در زمان رسیدن گیاه در کلاس S1 قرار می‌گیرد. میانگین درجه حرارت مرحله گلدهی جو ۱۳ درجه سلسیوس در واحدهای اراضی (۴،۵،۶،۷) است، در محدوده S1 که بیشتر از ۱۲ درجه سلسیوس است قرار می‌گیرد و هم‌چنین دما در مرحله رشد رویشی و بلوغ جو به ترتیب ۸ و ۲۲ است که به علت بیشتر از ۶ درجه سلسیوس بودن در زمان رشد رویشی و بیشتر از ۱۴ درجه سلسیوس بودن در زمان رسیدن گیاه در کلاس S1 قرار می‌گیرد.

#### گندم زمستانه

گندم دیم جز محصولات عمده کاشته شده در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. گندم زمستانه، در اواسط October (مهر) کاشته می‌شود و محصول آن در اوایل Jun (خرداد) برداشت می‌شود. دوران کاشت گندم ۲۴۰ روز است. به علت دمای پایین منطقه در ماه‌های آذر، دی، بهمن گیاه در این ماه‌ها رشدی از خود نشان نمی‌دهد. فقط با توجه به مقاومت گندم زمستانه این ماه‌ها را سپری می‌کند در واقع سیکل رشد گیاه در منطقه تقریباً ۱۸۰ روز است. با توجه به میانگین بارندگی در سیکل رشد گندم که ۲۴۰ میلی‌متر در واحدهای اراضی (۱،۲،۳) و ۲۹۱ میلی‌متر در واحدهای اراضی (۴،۵،۶،۷) است، طبق جدول نیازمندی‌ها، چون بارندگی در محدوده ۲۵۰-۲۰۰ میلی‌متر در واحدهای اراضی (۱،۲،۳) است در کلاس تناسب S3 قرار می‌گیرد و بارندگی در واحدهای اراضی (۴،۵،۶،۷) در

جدول ۶- تناسب فیزیکی برای جو و گندم  
Table 6- Physical suitability for barley and wheat

واحد ها	گندم زمستانه	جو
Units	Winter wheat	Barley
LMU1	3m	4m
LMU2	3m	4m
LMU3	3m/r	4m
LMU4	2m/e/r	3m
LMU5	2m/e	3m
LMU6	2m/e	3m
LMU7	2m/e	3m

تفسیر عمده‌ترین عوامل به دست آمده از تناسب فیزیکی برای محصولات منطقه به صورت زیر است.

#### جو

در منطقه مورد مطالعه جو در اوایل March (اسفند) کاشته و در اوایل July (تیر) برداشت می‌شود. سیکل رشد جو ۱۲۰ روزه می‌باشد. با توجه به میانگین بارندگی در سیکل رشد جو که ۹۷ میلی‌متر در واحدهای اراضی (۱،۲،۳) و ۱۳۴ میلی‌متر در واحدهای اراضی (۴،۵،۶،۷) است. طبق جدول نیازمندی‌ها (Sys et al., 1991)، چون در محدوده کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در واحدهای اراضی (۱،۲،۳) است در کلاس تناسب نامناسب (N) قرار می‌گیرد و در واحدهای اراضی (۴،۵،۶،۷) در محدوده ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر است در کلاس S3 قرار می‌گیرد. میانگین درجه حرارت مرحله گلدهی جو در واحدهای اراضی (۱،۲،۳)، ۱۵/۷ درجه سلسیوس است، در محدوده S1 که بیشتر از ۱۲ درجه سلسیوس است، قرار می‌گیرد و هم‌چنین دما در مرحله رشد رویشی و بلوغ جو به ترتیب ۱۰ و ۲۳ درجه سلسیوس است که به علت بیشتر از ۶

جدول ۷- داده‌های اقتصادی به کار رفته در ALES

قیمت (تومان) price	واحد (unit)	نوع Type
2000	هکتار (ha)	شخم Tillage
10000	هکتار (ha)	دیسک Disc
20000	هکتار (ha)	درو Harvest
15000	هکتار (ha)	جمع آوری و حمل و نقل Collection and Transport
300	کیلوگرم (Kg)	بذر Seed
7000	کیلوگرم (Kg)	حشره کش Insecticide
80	کیلوگرم (Kg)	کود فسفات Phosphate fertilizer
70	کیلوگرم (Kg)	کود ازته Nitrogen fertilizer

جدول ۸- متوسط نهاده‌های مصرف شده در یک

هکتار برای گندم و جو دیم

Table 8- Average inputs used in one ha for rainfed wheat and barley

جو (کیلوگرم) Barley (Kg)	گندم (کیلوگرم) Wheat (Kg)	نهاده‌های مصرف شده در هکتار Average inputs used in one (ha)
67	82	بذر Seed
0/004	0/013	حشره کش Insecticide
44	37	کود فسفات Phosphate fertilizer
33	26	کود ازته Nitrogen fertilizer

LMU2.LMU1 = برای گیاه جو، واحد

اراضی ۱ و ۲ به علت کمبود بارندگی دارای تناسب N می‌باشد و چون کشت، کشت دیم می‌باشد نمی‌توان این محدودیت را حذف نمود. حداکثر محصول تولیدی یعنی پتانسیل تولید محصول در این واحدها برای جو ۵۰۴۲ کیلوگرم در هکتار

محدوده ۳۵۰-۲۵۰ میلی‌متر است، در کلاس S2 قرار می‌گیرد. میانگین درجه حرارت مرحله گلدهی گندم در واحدهای اراضی (۱،۲،۳) ۱۲،۵ درجه سلسیوس است بر طبق (Sys et al., 1991) در محدوده S1 که ۱۲-۲۲ درجه سلسیوس است قرار می‌گیرد و هم‌چنین دما در سیکل رشد گندم ۱۵،۴ است که به علت ۱۵-۲۵ درجه بودن در زمان سیکل رشد در کلاس S1 قرار می‌گیرد. میانگین درجه حرارت مرحله گلدهی گندم در واحدهای اراضی (۴،۵،۶،۷)، ۹ درجه سلسیوس است، در محدوده S2 قرار می‌گیرد و هم‌چنین دما سیکل رشد گندم ۱۳ درجه سلسیوس است که به علت ۱۰-۱۵ درجه بودن در زمان سیکل رشد در کلاس S2 قرار می‌گیرد.

با استفاده از نرم‌افزار، ارزیابی اقتصادی نیز انجام شد. به این منظور یک‌سری داده‌ها به عنوان ورودی وارد نرم‌افزار شدند. داده‌های زیر از سایت جهاد کشاورزی و پرسش از کشاورزان بدست آمده است (جدول ۷) و برای گندم و جو در هر هکتار مقدار نهاده‌ها به صورت جدول ۸ به دست آمده است.



جدول ۹- عملکرد بدست آمده با ALES (کیلوگرم در هکتار)

**Table 9- Yield obtained with ALES (Kg/ha)**

واحد های اراضی Land Map Units	گندم Wheat	جو Barley
LMU1	1125	-
LMU2	1125	-
LMU3	850	-
LMU4	1898/44	937/5
LMU5	2531/25	1250
LMU6	2531/25	937/5
LMU7	2531/25	937/5

جدول ۱۰- تقسیم بندی سود ناخالص برای جو و گندم  
دیم با توجه به پتانسیل تولید (دلار در هکتار)

**Table 10- divided Gross profit by the potential for rainfed wheat and barley (\$/ha)**

S1	1000-1500
S2	700-1000
S3	100-700
N	100<

جدول ۱۱- ارزیابی اقتصادی به دست آمده از ALES  
با توجه به سود ناخالص (دلار در هکتار)

**Table 11- Economic evaluation with ALES obtained from the gross profit (\$/ha)**

واحد ها Units	گندم Wheat	جو Barley
LMU1	256/43	-
LMU2	256/23	-
LMU3	143/73	-
LMU4	488/26	203/79
LMU5	700/1	297/54
LMU6	700/1	203/79
LMU7	700/1	203/79

جدول ۱۲- کلاس های تناسب اقتصادی

**Table 12- Economic suitability classes**

واحد ها Units	گندم Wheat	جو Barley
LMU1	S3	N
LMU2	S3	N
LMU3	S3	N
LMU4	S3	S3
LMU5	S2	S3
LMU6	S2	S3
LMU7	S2	S3

می باشد و نیازهای کاربری اراضی که برای جو دارای محدودیت بودند شامل نیازهای رطوبتی، وضعیت فرسایشی و وضعیت حاصل خیزی (نیترژن و ماده آلی خاک) است. به علت این که نیاز رطوبتی دارای شدیدترین محدودیت بود پس نرم افزار به علت اینکه کشت در این منطقه تناسب فیزیکی ندارد عملکرد و سود ناخالص را حساب نموده است. این واحدها برای کشت گندم دیم، دارای تناسب S3 می باشد. که با توجه به شدیدترین محدودیت که همان بارندگی است در این کلاس قرار می گیرد. این واحدهای اراضی، برای کشت گندم زمستانه با سیکل رشد ۱۸۰ روزه، دارای پتانسیل تولید ۵۴۲۳ کیلوگرم در هکتار است و نیازهای کاربری اراضی که برای گندم در این واحدها دارای محدودیت بودند شامل نیاز رطوبتی بود که بر طبق نرم افزار با دخالت دادن این محدودیت میزان عملکرد ۱۱۲۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۹). هم چنین با وارد نمودن هزینه های متغیر به نرم افزار، سود ناخالص برای گندم ۲۵۶ دلار در هکتار بدست آمد (جدول ۱۱). که با توجه به طبقه بندی سود ناخالص در جدول (۱۰)، در کلاس تناسب اقتصادی S3 قرار می گیرد (جدول ۱۲).

هکتار است و با توجه به محدودیت نیازهای کاربری که شامل نیاز رطوبتی، وضعیت فرسایشی و شرایط ریشه دوانی میزان محصول ۹۳۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و همچنین نرم افزار سود ناخالص ۲۰۳ دلار در هکتار محاسبه نمود که با توجه به قرار گرفتن در ۷۰۰-۱۰۰ محدوده دارای تناسب اقتصادی S3 برای محصول جو می باشد.

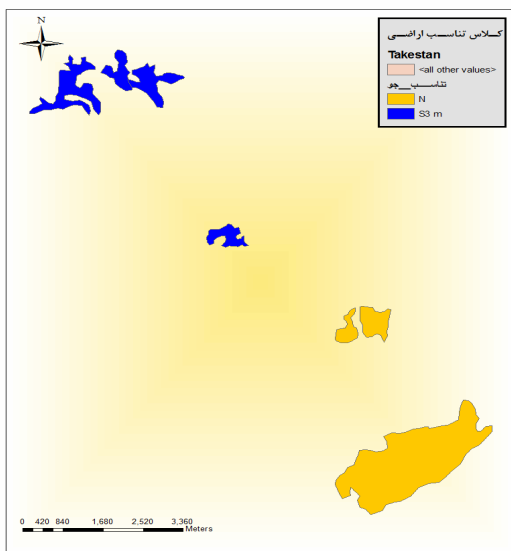
این واحد برای گندم دیم، تحت رده S2 قرار می گیرد که به علت محدودیت از نظر شرایط رطوبتی و ریشه دوانی و فرسایشی و دمایی، واحد برای کاربری مورد نظر است. حداکثر محصول تولیدی برای واحد اراضی ۴ با توجه شرایط دمایی ۵۴۱۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و با توجه به محدودیت های کاربری میزان محصول این واحد ۱۸۹۸ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد و سود ناخالص ۴۸۸ دلار در هکتار که برای تناسب اقتصادی در S3 قرار می گیرد.

LMU5 = این واحد برای گیاه جو به علت کمبود بارندگی در کلاس S3 قرار می گیرد. حداکثر محصول تولیدی برای جو در این واحد با توجه به شرایط دمایی منطقه ۴۹۹۷ کیلوگرم در هکتار است و با توجه به محدودیت نیازهای کاربری که شامل نیاز رطوبتی و وضعیت فرسایشی است میزان محصول ۱۲۵۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد و همچنین نرم افزار سود ناخالص ۲۹۷ دلار در هکتار محاسبه نمود. که با توجه به قرار گرفتن در محدوده ۷۰۰-۱۰۰ دارای تناسب اقتصادی S3 برای محصول جو می باشد. میزان

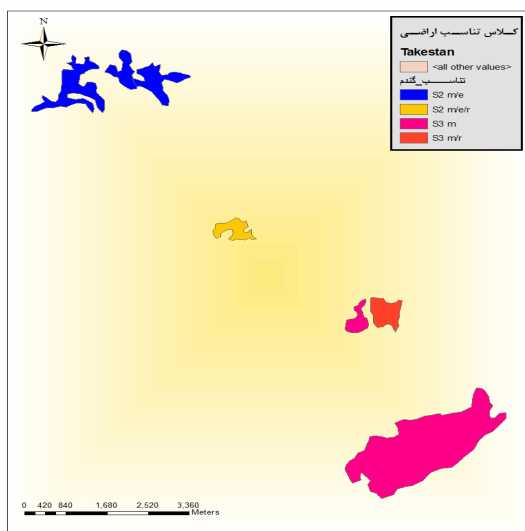
LMU3 = برای گیاه جو، واحد اراضی ۳ به علت کمبود بارندگی دارای تناسب N می باشد و چون کشت دیم می باشد نمی توان این محدودیت را حذف نمود. حداکثر محصول تولیدی یعنی پتانسیل تولید محصول در این واحد برای جو ۵۰۴۲ کیلوگرم در هکتار می باشد و نیازهای کاربری اراضی که برای جو دارای محدودیت بودند شامل نیازهای رطوبتی، وضعیت فرسایشی و وضعیت حاصل خیزی و شرایط ریشه دوانی است. به علت اینکه نیاز رطوبتی دارای شدیدترین محدودیت بود پس نرم افزار به علت اینکه کشت در این منطقه تناسب فیزیکی ندارد عملکرد و سود ناخالص را حساب ننموده است. برای گندم این واحد دارای تناسب S3 می باشد و دلیل قرار گرفتن در این کلاس نیازهای کاربری اراضی عمق ریشه دوانی و نیازهای رطوبتی بود. این واحد اراضی، برای کشت گندم زمستانه دارای پتانسیل تولید ۵۴۲۳ کیلوگرم در هکتار است و نرم افزار با توجه به محدودیت های نیاز رطوبتی، ریشه دوانی عملکرد را ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه نموده است و سود ناخالص بدست آمده برای گندم در این واحد ۱۴۳ دلار در هکتار است و چون در رنج ۷۰۰-۱۰۰ است در کلاس S3 از نظر تناسب اقتصادی قرار می گیرد.

LMU4 = این واحد برای گیاه جو به علت کمبود بارندگی در کلاس S3 قرار می گیرد. حداکثر محصول تولیدی برای جو در این واحد با توجه به شرایط دمایی منطقه ۴۹۹۷ کیلوگرم در

به قرار گرفتن در محدوده ۷۰۰-۱۰۰۰، تناسب اقتصادی این واحد S2 می‌باشد. در تحقیقات مشابه موازی و اسمالینگ (۲۰۰۶)، گیوی (۱۹۹۸)، قاسمی دهکردی و محمودی (۱۹۹۶) به نتایج مشابهی دست یافتند.



شکل ۲- تناسب فیزیکی بدست آمده برای جو دیم  
Figure 2- Physical suitability obtained for rainfed barley



شکل ۳- تناسب فیزیکی بدست آمده برای گندم دیم  
Figure 3- Physical suitability obtained for rainfed wheat

تناسب این واحد برای گندم S2 می‌باشد و آن به دلیل سطح محدودیت در نیازهای رطوبتی و فرسایشی و دمایی کاربری اراضی می‌باشد. میزان حداکثر محصول برداشتی در این واحد برای گندم ۵۴۱۷ کیلوگرم در هکتار است. طبق نرم‌افزار، میزان عملکرد محاسبه شده ۲۵۳۱ دلار بر هکتار می‌باشد و سود ناخالص به دست آمده ۷۰۰ دلار بر هکتار است که با توجه به قرار گرفتن در محدوده ۱۰۰۰-۷۰۰، تناسب اقتصادی این واحد S2 می‌باشد.

LMU6, LMU7 = این واحدها برای گیاه جو به علت کمبود بارندگی در کلاس S3 قرار می‌گیرد. حداکثر محصول تولیدی برای جو در این واحد با توجه به شرایط دمایی منطقه ۴۹۹۷ کیلوگرم در هکتار است و با توجه به محدودیت نیازهای کاربری که شامل نیاز رطوبتی، وضعیت حاصلخیزی و فرسایشی است میزان محصول ۹۳۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و هم‌چنین نرم‌افزار سود ناخالص را ۲۰۳ دلار در هکتار محاسبه نمود که با توجه به قرار گرفتن در محدوده ۷۰۰-۱۰۰، دارای تناسب اقتصادی S3 برای محصول جو می‌باشد. میزان تناسب این واحد برای گندم متوسط S2 می‌باشد و آن به دلیل سطح محدودیت در نیازهای رطوبتی و فرسایشی و دمایی کاربری اراضی می‌باشد. میزان حداکثر محصول برداشتی در این واحد برای گندم ۵۴۱۷ کیلوگرم در هکتار است. طبق نرم‌افزار میزان عملکرد محاسبه شده ۲۵۳۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد و سود ناخالص بدست آمده ۷۰۰ دلار در هکتار است که با توجه

## نتیجه گیری کلی

آبیاری و ضرورت انجام کشت به صورت دیم در منطقه با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعه دو گیاه گندم و جو، اولویت کشت با گندم است. زیرا جو با توجه به زمان کاشت در منطقه، دچار کاهش محصول بیشتری نسبت به گندم می شود. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار ALES نشان می دهد که محدود کننده ترین عامل در این اراضی نیازهای رطوبتی گیاه است ولی در برخی از واحدها عمق ریشه دوانی و وضعیت فرسایشی و حاصل خیزی نیز دارای محدودیت ناچیز تا متوسط می باشند.

نتایج به دست آمده از نرم افزار ALES نشان می دهد که گندم دیم در واحدهای اراضی ۱،۲،۳ دارای تناسب S3 و در واحدهای اراضی ۴،۵،۶،۷ دارای تناسب S2 و جو دیم در واحد اراضی ۱،۲،۳ دارای تناسب فیزیکی N و در واحدهای اراضی ۴،۵،۶،۷ دارای تناسب S3 می باشند. در این تحقیق کلاس های تناسب اقتصادی توسط ALES به دست آمد که شامل کلاس های S3 و S2 برای گندم دیم و کلاس های S3 و N برای جو دیم است. به علت شرایط منطقه و نبودن امکانات کافی به منظور

## منابع مورد استفاده

## References

- ✓ Ayoubi, S. H., J. Givi, and A. Jalalian. 2002. Qualitative and quantitative evaluation of land suitability for irrigated wheat, barley, maize and rice. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 5 (3): 55- 75. (In Persian)
- ✓ FAO. 1983. *Guidelines: Land evaluation for rainfed agriculture* FAO. Rome, Italy.
- ✓ Ghasemi Dehkordi, V., and S. H. Mahmoudi. 1996. Evaluation of land suitability in Barkhar area. *Proceedings of the Fifth Congress of Soil Science.*, 144 Pp. (In Persian)
- ✓ Givi, J. 1998. Qualitative, quantitative and economic suitability evaluation and identify potential areas for major crops of the region Falavarjan. *Planning and Agricultural Economics Research Institute, Ministry of Agriculture*. (In Persian)
- ✓ Mwazi, E., and A. Smaling. 2006. Spataial analysis of land suitability to support alternative land uses at excelsior resettlement project, OSHIKOTO region, NAMIBIA.
- ✓ Rossister, D. G. 2003. *A Practical Framework for Land Evaluation*. Pp: 67 Unpublished, Enschede, The Netherland.
- ✓ Rossister, D. G. 1996. A theoretical framework for land evaluation. *Geoderma*. 72: 165-190.
- ✓ Rossiter, D. G., and A. R. Van Wambeke. 1997. *Automated Land Evaluation System: ALES version 4.65 users' manual* Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences Cornell University, Ithaca.
- ✓ Smith, B., M. Brklack., J. Dunianski., K. Macedonalt, and M. N. Miller. 1984. Internal land evaluation and its application to policy. *Canadian Journal of Soil Science*. 64: 467- 479.
- ✓ Sys, C., and J. Riquier. 1980. Rating of FAO / UNESCO soil units for specific crop production. *Land resources for population of the future*.
- ✓ Sys, C., E. Van Ranst., and J. Debaveye. 1991. *Land evaluation: Part II Methods in land evaluation* General Administration for Development.

- 
- ✓ Sys, C., E. Van Ranst., J. Debaveye, and F. Beernaert. 1993. Land evaluation Part III: Crop requirements. Agricultural Publication No.7. GADC, Brussels, Belgium. 197 Pp.
  - ✓ Shepande, C. 2002. Soils and land use with particular attention to land evaluation for selected land use types in the Lake Naivasha Basin, Kenya. MSc Thesis.
  - ✓ Yizengaw, T., and V. Verheye. 1995. Application of computer captured knowledge in land evaluation, using ALES in Central Ethiopia. *Geoderma*. 66: 297- 311.