نمذجة الملائمة البيئية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي بالاعتماد على تكامل منهج MCDM وتقنيات الجيوماتيكس

د. سمير صباح رجب ئاكره يى
جامعة دهوك، كلية العلوم الإنسانية، قسم الجغرافية
(Sameer.rajab@uod.ac)

Environment Suitability Modeling for Rice Cultivate in Southern plain of Aqrah Based on Integration between MCDM Approach & Geomatics

Dr. Sameer Sabah Rajab Akreyi
University of Duhok- Collage of Human Science – Geography Department

المستخلص

يعد التكامل بين منهج اتخاذ القرار متعددة المعايير او (MCDM) و تقنيات الجيوماتيكس نهجا متجددا و واعدا لحل المشاكل المتعلقة بصنع القرارات في مجموعة واسعة من المجالات المتعلقة بإدارة البيئة و التخطيط الحضري و النقل و النشاط الزراعي وغيرها ..، اذ يوفر (MCDM) اطار منهجي منظم لتقييم العديد من المعايير المتداخلة و المتعارضة في مشكلات صنع القرار، بينما يوفر ال(Geomatics) مجموعة من الادوات و التقنيات الخاصة بمعالجة وتحليل البيانات الجغرافية المكانية وتخزينها وعرضها، ومن خلال الجمع بين كلتاهما يمكن لمتخذي القرار الاستفادة من المعلومات الغنية التي تشتق عن تقييم خيارات القرار واختيار الافضل منها بناء على المعايير المحددة، كما يمكن ان يساعد هذا التكامل على زيادة الشفافية في علميات صنع القرار وتحسين جودة النتائج، انتجت الدراسية (٣) مستويات من الأراضي الملائمة بيئياً لزراعة الرز على سهل عقرة الجنوبي،منها الملائمة العالية بنسبة حوالي(٢٠٪) والملائمة المتوسطة بحدود(٥٢٪) والملائمة الضعيفة بنسبة اكثر من(١٪)،فيما ظهر المتبقي من أراضي منطقة الدراسة كمناطق غير ملائمة لزراعة هذا المحصول ،وقدر مجموع انتاج الرز في عموم القضاء بحوالي (٧٦٦٢.٧) طن لسنة ٢٠٢٢.

الكلمات المفتاحية:MCDM ،Geomatics ، الملائمة البيئية، الاوزان التراتبية، مصفوفه المقارنة، متغيرات الملائمة.

Abstract

The integration between the multi-criteria decision-making approach or(MCDM) and geomatics techniques is considered a renewed and promising approach to solve problems related to decision-making in a wide range of areas related to environmental management،urban planning،transportation،agricultural activity،etc..،as(MCDM) provides a framework An organized methodology for evaluating many overlapping and conflicting criteria in decision-making problems،while Geomatics provides a set of tools and techniques for processing and analyzing geospatial data،storing and displaying them،and by combining both،decision makers can benefit from the rich information they need. It is derived from evaluating decision options and selecting the best ones based on the specified criteria. This integration can also help increase transparency in decision-making processes and improve the quality of results, The study produced (3) levels of land suitable for rice cultivation on the southern plain of Aqrah، including: High suitability about (20%)،medium suitability about (52%)،and poor suitability by more than (1%). The rest of the lands of the study area appeared as unsuitable areas for the cultivation of this crop،while the total of rice production in the whole district was estimated about (7662.7) tons for the year 2022.

Keywords: Geomatics، Environment Suitability،Suitability Weighted and rating،Compare Matrix, Suitability Variables.

المقدمة (Introduction):

تتطلب زراعة المحاصيل الزراعية بشكل عام تحديد الأراضي المناسبة والملائمة لزراعتها وذلك من اجل إنجاح العملية الزراعية وتحقيق الفوائد المرجوه والمضمونة من هذه العملية البشرية، وبذلك يجب الاستعانة بالعديد من التقنيات والأساليب المختلفة منها تقنيات(MCDM)(Multi criteria Decision making)أي(تقنيات صناعة القرار متعدد المعايير)، وكذلك تقنيات(Geomatics) التي تضم (GIS، RS– ،GPS Web Mapping)[El–khoury,2016,p369–379]، الى جانب النماذج الرياضية والإحصائية التي من شانها ان تساعد في تحديد المواقع الملائمة للزراعة، من المعلوم ان اهم تقنيات(MCDM) التي تتكامل مع ال(Geomatics) هي تقنيات التحليل الهرمي المتسلسل او ال(AHP) و تقنيات التجميع الخطي الموزون(WLC)، وتقنية الحل المثالي عن طريق ترتيب المعايير عل اساس التشابه او (TPSIS)، فضلا على تقنيات التراكب الموزن(WOC) [Jafair,2017,p522].

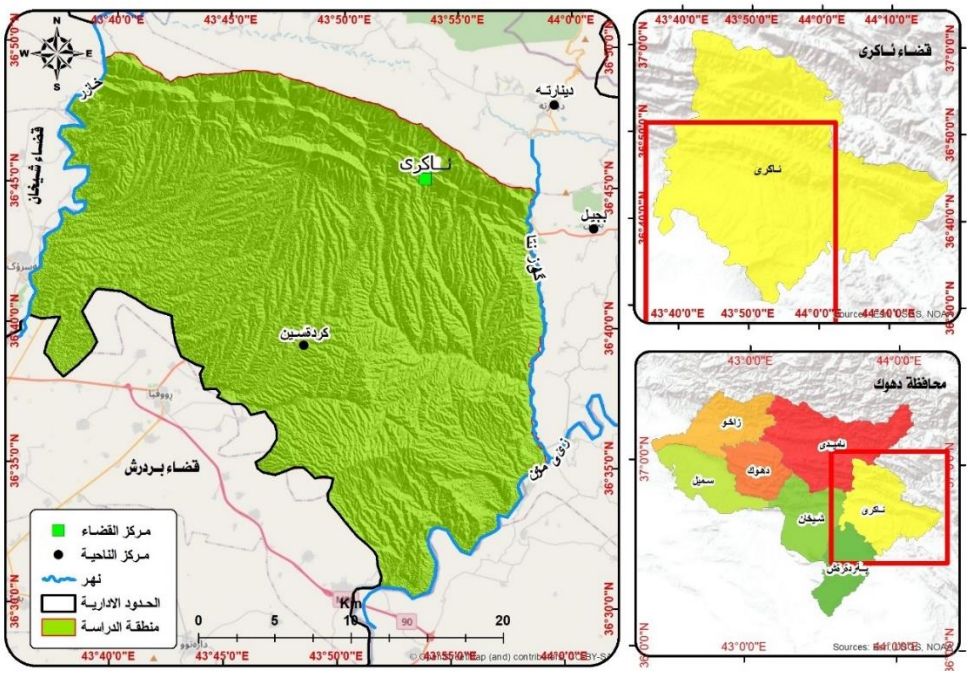
عليه تهدف الورقة البحثية هذه الى اظهار تاثير الدمج بين تقنيات(MCDM) وتقنيات(Geomatics) في نمذجة الملائمة المكانية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي، حيث سيتم توظيف التقنيات والأساليب و النماذج المناسبة لتحديد معطيات جغرافية بيئية للزراعة وبناء القرار الملائم حول الأجزاء المتفرقة من أراضي المنطقة المستهدفة، وبالتالي اشتقاق درجات متباينة من الملائمة المكانية ،ومن المتوقع ان يؤدي الدمج بين هذه التقنيات و الأساليب الى تحقيق مستويات افضل في الكفاءة و الدقة لتحديد الأماكن الأنسب للزراعة هذا المحصول على أراضي سهل عقرة الجنوبي، و بنتيجة جني مدخلات عالية من الفائدة والرضى للجميع المشاركين في العلمية الزراعية(مزارعين، مستثمرين، خبراء زراعين، حكومات محلية او وطنية ...ذوي العلاقة).

وسوف تكون الدراسة مفيدة جدا لفهم كيفية توظيف تقنيات الجيوماتيكس وMCDM في القطاع الزراعي على وجه الخصوص، في الختام يتم بناء أدوات مثل (نموذج اختيار الملائمة المكانية ومصفوفة التوزين) للمتغيرات الجغرافية التي قد تحتاجها العمليات الزراعية من اجل تحقيق التنمية المستدامة للزراعة.

منطقة الدراسة (Study Area):

سهل عقرة او(ئاكرى)[البوتاني واخرون, ١٩٩٨,ص٧٥]تتبع قضاء عقرة احدى اقضية محافظة دهوك شمال شرق العراق ، تتموضع على أراضي الأجزاء الجنوبية الشرقية من المحافظة والأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من قضاء عقرة(الخريطة-١) ، تسمى محليا ب(سهل ئاكرى الجنوبي)، اذ تشغل مساحات كبيرة من أراضي ناحية(كردةسين) التابع لقضاء عقرة وأجزاء من أراضي ناحية(المركز) مدينة عقرة، تبلغ مساحتها(٧١٥.٩٧٧)كم٢ ما يعادل (٢٨٦.٣٩٠)دونم، وبذلك فهي تستحوذ على نسبة(٤٠.٤٩٪) من مجموع مساحة القضاء، أراضي السهل عبارة عن وحدة جيمورفولوجية متموجة تتدرج في ارتفع بين (١٥٣٩) الى (٣١١)م فوق مستوى سطح البحر من الشمال نحو الجنوب، وتتموقع على احداثيات(٤٣:٤٠:٠٠)و(٤٤:٠٠:٠٥)شرقا و(٣٦:٥٠:٠٠)و(٣٦:٣٦:٠٠)شمالا، يحدها من الشرق نهر (زنتا) الذي يفصل أراضي ناحية بجيل عن ناحية المركز(مدينة عقرة) وغربا نهر (الخازر) هذا النهر يمثل الحدود الإدارية الفاصلة بين كل من قضائي شيخان وقضاء عقرة التابعتين لمحافظة دهوك، اما من ناحية الجنوب فتجاورها أراضي ناحية(روفيا) التابعة لقضاء(بردرةش) التابع أيضا لمحافظة دهوك.

الخريطة–١(الموقع الجغرافي لسهل عقرة الجنوبي)



المصدر: حكومة إقليم كردستان العراق، وزارة التخطيط، الهيئة العامة لإحصاء في إقليم كوردستان العراق، مديرية الإحصاء في محافظة دهوك، قسم (GIS),خريطة محافظة دهوك لسنة ٢٠١٦.

تتجه أراضي سهل عقرة نحو الانبساط النسبي كلما اتجاهنا نحو الجنوب الغربي، وتتملك مخزون غني من المياه الجوفية الى جانب عدد من الروافد الموسمية والدائمية التي تخترق أراضيها، فضلا عن الأنهار في المنطقة، يضاف اليها خصوبة التربة في هذه السهل، فمعروف عن منطقة عقرة بانها تمتلك سهولا خصبة تشتهر بزراعة الزر على المستوى المحلي وفي عموم العراق منها (سهل عقرة الجنوبي , سهل نافكور) في الجنوب الشرقي وسهل الاكتاف النهرية لنهر (الزاب الكبير) في منطقة (جمه)، فالرز في عقرة من النوعية الفاخرة عليه طلب شرائي مرتفع في الأسواق بشكل عام، هذا الى جانب غنى منقطة الدراسة بزراعة المحاصيل الشتوية والصيفية من الحبوب

والخضراوات، تحتضن سهل عقرة (١٢١) قرية الى جانب مراكز نواحي كل من(كردةسين، ومدينة عقرة [ئاكرەيێ, ٢٠١٨,ص١١٤] .

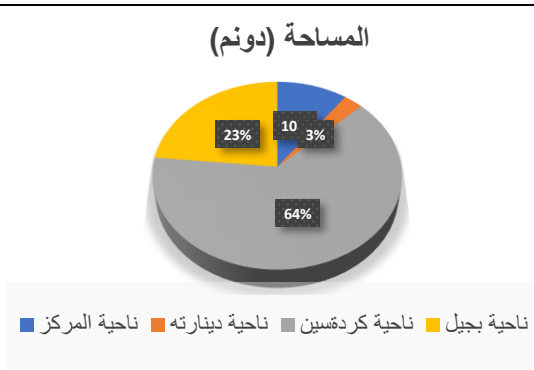
أولا// زراعة الرز في عقرة (Rice Cultivation):

تعد زراعة محصول الرز عملية معقدة تتطلب مهارات وخبرات زراعية مختلفة، فمن المهم جدا توفر الأساليب الصحيحة لزراعته والتي تتباين من منطقة الى اخرى، حيث تعتمد زراعتها على عوامل بيئية مختلفة مثل(درجة الحرارة، التربة، الاشعاع الشمسي،التضاريس، الرطوبة، المياه... وغيرها)[FAO,2019,p35].

تشتهر قضاء عقرة بزراعة الرز الذي يعرف باسم(الرز الكردي – برنج كوردي) والذي يزرع خلال الفترة من شهر نيسان(٤/١٥)ولغاية شهر حزيران(٦/١٥)، اذ يتماز(رز عقرة)بنوعيته الفاخرة ذات الطعم المميز و المفضل لدى السكان في عموم إقليم كوردستان العراق، وهنالك طلب مرتفع على هذا المحصول في سوق الخضر الرئيسي(علوة) في قضاء عقرة، يتم زراعة(١٠) انواع من الرز على أراضي القضاء تعرف محليا تحت أسماء(شەش مەهي ،كەس نەديتى، كورت، مامناوەند، درێژ، عەنبەر، مەسري، رووسى، صيني، ژابونى) ،تندرج تحت خمسة أصناف رئيسية هي(شەش مەهي, پينج مەهي, سێ مەهى،صدري،بيانى)، تتباين زراعة هذه الأنواع في توزيعها مكانيا وزمانيا اذ بلغت نسب زراعتها خلال الموسم الزراعي(٢٠٢٢-٢٠٢٣)(٣٠٪،٣٪,٦٠٪٥٪,٢٪)على التوالي، و وصلت المساحة المزروعة بالأصناف المذكورة(١١٥٤٠)دونم بمقدار من انتاج قدر بحدود(١١٥٠ طن)[مديرية الزراعة عقرة,٢٠٢٢,ج١]، ويتم زراعة محصول الرز على أراضي جميع الوحدات الإدارية دونما استثناء كما في الجدول ادناه:

الجدول–١(التوزيع المساحي والنسبي للمساحات المزروعة بالرز في قضاء عقرة للموسم الزراعي ٢٠٢١–٢٠٢٢)

الوحدة الإدارية	المساحة (دونم)	%
ناحية المركز	٩٠٥	١٠.٠٣
ناحية دينارته	٢٥٠	٢.٧٧
ناحية كردةسين	٥٧٥٠	٦٣.٧٨
ناحية بجيل	٢١١٠	٢٣.٤٠
المجموع	٩٠١٥	١٠٠



المصدر: المديرية الزراعة في قضاء عقرة، قسم التخطيط الزراعي، جدول مساحات المحاصيل و الخضر الصيفية المنفذة زراعتها للموسم (٢٠٢٢)، بيانات غير منشورة.

قدر انتاج محصول الرز للموسم الزراعي ٢٠٢٢ بحوالي(٧٦٦٢.٧)طن بواقع غلة إنتاجية(٨٥٠ كغم/دونم)، عليه يتبن بان زراعة الرز تحتل مكانة متقدمة بين المحاصيل الصيفية التي تزرع في قضاء عقرة، وخصوصا على أراضي سهل عقرة الجنوبي والتي تمثل كل من ناحيتي كردةسين والمركز كما تم الإشارة اليهما في الجدول أعلاه.

ثانيا// قواعد البيانات (Database):

استخدمت الورقة البحثية قواعد بيانات من مصادر مختلفة (الجدول –٢)حددت على أساس التأثير في زراعة الزر ضمن أراضي سهل عقرة الجنوبي، وشملت على بيانات تضاريسية(١–درجة الانحدار، ٢–أوجه الانحدار، ٣–مؤشر الرطوبة

الطبوغرافية) وبيانات التربة (١- نسجه التربة، ٢- عمق التربة، ٣- نوع التربة، ٤- قابلية التربة الزراعية)الى جانب البيانات المناخية (١-الاشعاع الشمسي, ٢- درجة الحرارة)، وأخيرا بيانات المياه مثل(١- الانهار والروافد السطحية، ٢- عدد الابار)، وتم معالجة البيانات المذكورة باستخدام أدوات جيومكانية باستخدام تطبيقات(ArcGIS pro v3)و(ENVI 5.6)، إضافة الى استعمال نماذج مكانية مطورة من دراسة سابقة حول قضاء عقرة [ئاكرەيى,٢٠١٦, ص١٧٣)

الجدول-٢(قواعد البيانات المكانية المستخدمة في الدراسة)

قاعدة البيانات	التاريخ	المصدر
البيانات التضاريسية	٢٠١١	نموذج الارتفاع الرقمي(DEM)بدقة مكانية(١٢.٥م) من موقع (https://asf.alaska.edu.)
البيانات المناخية	٢٠٢٢	المديرية العامة الانواء الجوية و الرصد الزلزالي في محافظة دهوك، محطة الانواء الجوية -عقرة
بيانات المياه	٢٠٢٢	دائرة المياه الجوفية، ودائرة المياه السطحية والسيول في قضاء عقرة
بيانات التربة	٢٠١٥، ٢٠١٦	خريطة (FAO) لتصنيف ترب العراق، تصنيف(USDA) الخاصة بقابلية الأرض للزراعة، عينات التربة من مسح حقلي ، نموذج Microlies system – Cervatana model دراسة سابقة (تقييم الملائمة المكانية لاستعمالات الأرض الزراعية في قضاء عقرة, أطروحة دكتواره, جامعة الموصل, كلية العلوم الإنسانية)

المصدر: الباحث اعتمادا على مصادر البيانات المستخدمة

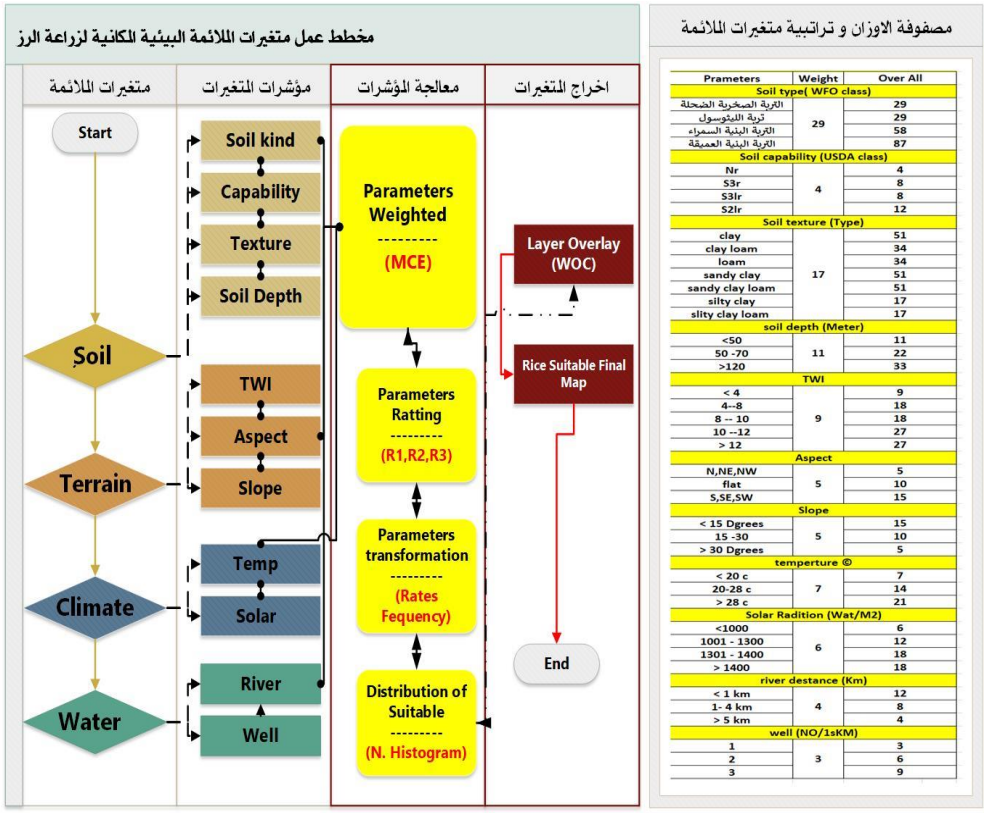
ثالثا// منهجية العمل (Methodology):

انتهجت الدراسة اليه هيراريكية* لمعالجة المتغيرات المكانية(المخطط-١) التي لها علاقة باشتقاق درجات الملائمة البيئية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي، اذ تضمن العمل بناء نموذج يعمل على اشتقاق خريطة للملائمة البيئية المكانية.

ان مخطط سير العمل أعلاه يشير الى ان بناء الاشتقاق المكاني للملائمة البيئية لزراعة الرز في منطقة الدراسة قسمت على أربعة مراحل متسلسلة تهدف معالجة مؤشرات المتغيرات المختارة لبناء نموذج الملائمة بمنهجية(MCDM)، وقد الحق بمخطط العمل مصفوفة الاوزان النسبية وتراتبية الأهمية لجميع مؤشرات المتغيرات الجغرافية المستعملة في نمذجة الملائمة و ذلك باستخدام أسلوب(MCE) أي تقييم المغيرات متعددة المعايير وهو أداة منهجي مستخدم في الدراسات المشبه و يتواجد داخل حزمة(Edrisi Selva)، مراحل العمل أتت كالاتي:

*هيراريكية تعني التسلسل الهرمي: وهو عبارة عن نظام او هيكل لتنظيم مجموعة من المتغيرات او المدخلات بحسب مستويات متتدرجة من الأهمية او التاثير, اذا يتضمن هذا النظام توزيع الأهمية المطلقة او النسبية بين المراتب المختلفة لصفات او وحدات المتغيرات المدخلة, حيث تحتفظ المتغيرات الأكثر تأثيرا بمستويات اكبر من المتغيرات الأقل تأثيرا التي تتدج ضمن مستويات ادنى, للمزيد راجع
(Anderson, C., & Brown, C. E. "The functions and dysfunctions of hierarchy". Research in Organizational Behavior, vol30, p55-89,2010

المخطط-١



Prameters	Weight	Over All
Soil type(WFO class)		
التربة الصخرية الضحلة	29	29
تربة الليثوسول		29
التربة البنية السمراء		58
التربة البنية العميقة		87
Soil capability (USDA class)		
Nr	4	4
S3r		8
S3lr		8
S2lr		12
Soil texture (Type)		
clay	17	51
clay loam		34
loam		34
sandy clay		51
sandy clay loam		51
silty clay		17
slity clay loam		17
soil depth (Meter)		
<50	11	11
50 -70		22
>120		33
TWI		
< 4	9	9
4--8		18
8 -- 10		18
10 --12		27
> 12		27
Aspect		
N,NE,NW	5	5
flat		10
S,SE,SW		15
Slope		
< 15 Dgrees	5	15
15 -30		10
> 30 Dgrees		5
temperture ©		
< 20 c	7	7
20-28 c		14
> 28 c		21
Solar Radition (Wat/M2)		
<1000	6	6
1001 - 1300		12
1301 - 1400		18
> 1400		18
river destance (Km)		
< 1 km	4	12
1- 4 km		8
> 5 km		4
well (NO/1sKM)		
1	3	3
2		6
3		9

المصدر: استخدام MS-Visio باعتماد على المتغيرات الملائمة.

أ //متغيرات الملائمة ومؤشراتها(Suitability Variables& parameters): ان المتغيرات الجغرافية التي تم تحديدها بهدف استخراج درجات الملائمة البيئية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي كانت متغيرات(التضاريس، المناخ، المياه، التربة) [Amin, Shnichal,2020,p7-14]، وشملت هذه المتغيرات على مجموعة من الصفات لها تأثير متباين على زراعة الرز وخصوصا في منطقة الدراسة.

الصفات اوالمؤشرات التي تمت الإشارة اليها ضمن قواعد البيانات المستخدمة قد تم اسقاطها و تحويلها من نموذج خطي(Vector model) الى نموذج مساحي(Raster model)، كما استخدمت بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) ومؤشرات طيفية

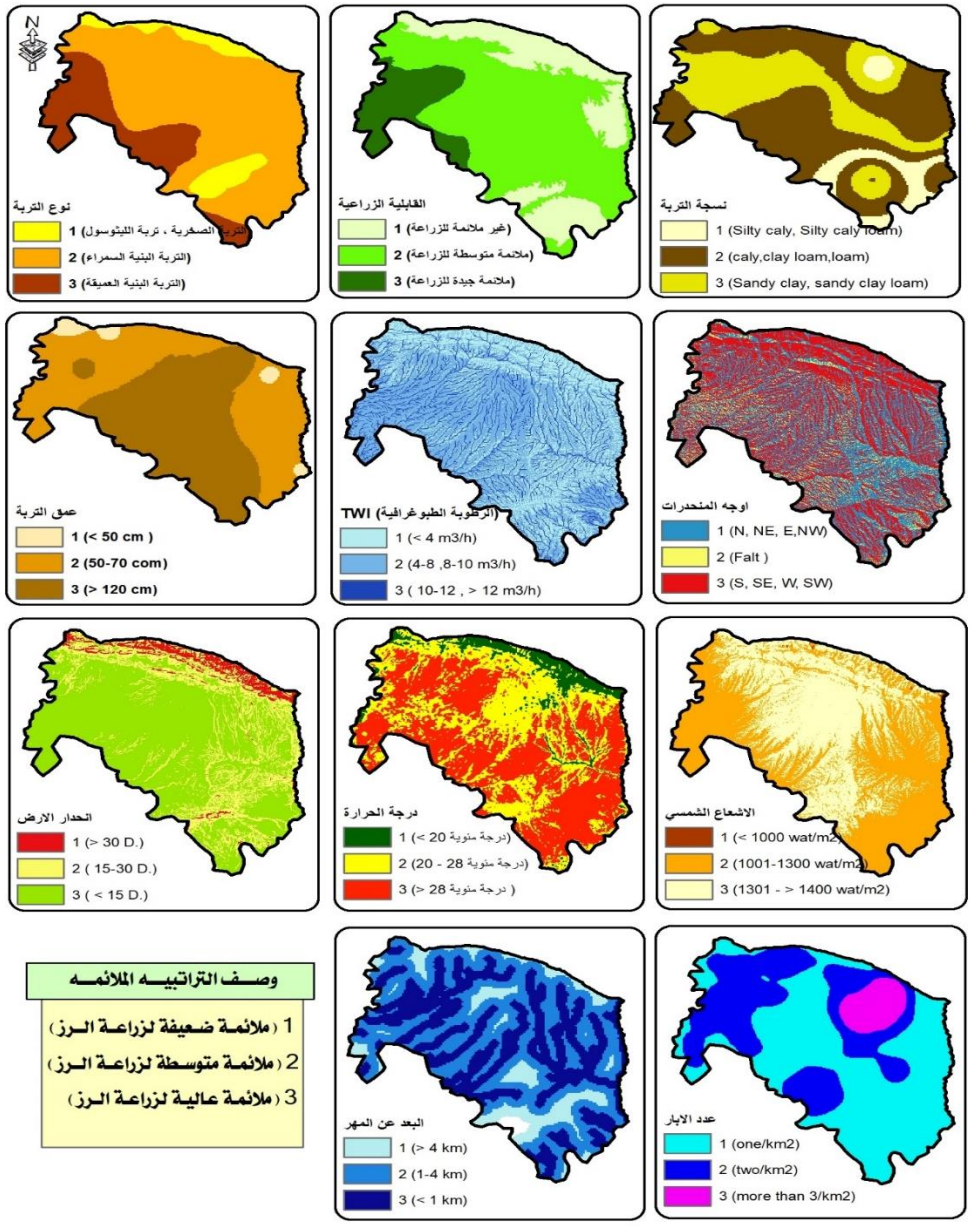
مثل(LST)(نمذجة درجة حرارة السطح) ومؤشرات رياضية مثل (TWI)(مؤشر الرطوبة الطبوغرافية) [أمين ،صدى,٢٠٢٣, ص466-439) في الحصول على صفات المكانية للمتغيرات الجغرافية التي تم تحديدها سلفا لدراسة هذا الموضوع، أيضا تم توقيع مواقع الابار واشتقاق شبكة التصريف السطحية من اجل الحصول على بيانات تتعلق بالمياه، وقد وظفت نماذج التحليل التقريبي(Proximity analysis) ونماذج تحليل المسافات (Distance analysis) للاشتقاق المؤشرات الخاصة بدرجات التأثير في زراعة الرز ضمن منطقة الدراسة.

ب // معالجة مؤشرات الملائمة(Suitability Parameters Solving):

تتطلب الحصول على نتيجة هذه الدراسة باعتماد المتغيرات المذكورة علميات معالجة باستعمال أدوات للتقنيات نظم المعلومات الجغرافية(GIS) وتقنيات الاستشعار عن البعد(RS) وأدوات جيومكانية أخرى وشمل عمليات المعالجة الاتي:

١- اوزان متغيرات الملائمة البيئية(Parameters Weighted): ان تعدد المعايير في حل مشكلة جغرافية معينة تتطلب تقدير وزنها النسبي لكي يظهر بوضح مدى تأثيرها في بناء القرار المتعلق بحل المشكلة المدروسة عليه تم استعمال أداة(MCE)، وقد جاءت الاوزان بحسب أهميتها كما هو ظاهر في مصفوف الاوزان الملحق بمخطط سير العمل أعلاه اذ استحوذت متغيرات التربة على اعلى أهمية نسبية بمقدار(٦١٪) توزعت على مؤشرات بشكل متباين القيم الأعلى كانت لنوعية التربة ومن ثم نسجة التربة فعمق التربة وأخيرا قابلية التربة الزراعية، اما اقل المتغيرات اهمية فهي متغيرات المياه بحدود(٧٪) من مجموع المتغيرات المستخدمة فيما أتت متغيرات التضاريسية بمرتبة الثانية بواقع (١٩٪)، وتالتها المتغيرات المناخية بنسبة (١٣٪)من مجموع النسبي لأوزان متغيرات الملائمة البيئية، ومعلوم بان الأداة المذكورة أسلوب منهجي متبع بتقنيات(MCDM) أي تقنيات صناعة القرار متعدد المعايير .

٢- تراتبية مؤشرات الملائمة البيئية(Parameters Rating): أتت الرتب المبينة في مصفوفة اوزان الملائمة عن طريق استخدام (AHP)وهي تقنية مدمجة ضمن نموذج(MCE) المذكورة، وهي أيضا من أساليب منهج (MCDM)، وقد تم اعتماد مقياس بسيط مكون من ثلاثة رتب للملائمة وهي الرتبة(١) وتعني ملائمة ضعيفة و الرتبة(٢) وتعني ملائمة متوسطة و أخيرا الرتبة (٣) وتعني ملائمة عالية لزراعة الرز(الخريطة -٢) ، اما القيم التي انتجت خارج الرتب المذكورة فقد صنف كمناطق غير ملائمة لكونها تمثل أجزاء تمتلك معوقات بيئية للزراعة بشكل عام كمناطق الجبلية وأجزاء ذات الاستعمالات الحضرية وأجزاء لا تتوافق مع المعايير والمؤشرات المحددة للملائمة.



الخريطة- ٢ (رتب الملائمة البيئية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي)

المصدر: الاعتماد على (Suitable Solver) داخل حزمه (ArcGIS Pro v3)

بناء على ما سبق ذكره جمعت المتغيرات البيئية مع بعضها البعض وأدرجت ضمن جداول استنادا على درجة علاقتها المكانية وكما يأتي:

جدول-3(المعايير التضاريسية للملائمة البيئية لزراعة الرز في منطقة الدراسة)

اوجه الانحدار *	الرتبة	الانحدار(درجة) *	الرتبة	مؤشر الرطوبة الطبوغرافية **	الرتبة
شمال ، شمال شرقي، شمال غربي، شرق	1	أقل من ١٥ درجة	3	أقل من ٤ (م٣/ساعة)	1
مسطح	2	درجة 30- 15	2	٤--٨	2
جنوب، جنوب غربي، جنوب شرقي، غرب	3	اكبر من ٣٠ درجة	1	٨--١٠	2
				١٠--١٢	3
				اكثر من ١٢(م٣/ساعة)	3

المصدر:* بنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ** استخدام مؤشر (TWI)

جدول-٤(المعايير المناخية للملائمة البيئية لزراعة الرز في منطقة الدراسة)

درجة الحرارة (درجة مئوية)*	الرتبة	الاشعاع الشمسي(واط/م٢)**	الرتبة
< 20 c	1	اقل من ١٠٠٠	1
20 -24	2	1001 - 1300	2
23 -28	3	1301 - 1400	3
> 28 c	3	اكبر من ١٤٠٠	3

المصدر: *بيانات محطه قضاء عقره المناخية لسنة ٢٠٢٢، ** بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة الدراسة

جدول–٥(المعايير مصادر المياه للملائمة البيئية لزراعة الرز في منطقة الدراسة)

البعد عن النهر *	الرتبة	عدد الابار (عدد/كم٢)**	الرتبة
اكبر من ٤ كم	1	1	1
١–٤ كم	2	2	2
اقل من ١ كم	3	فاكثر ٣	3

المصدر : اداة(المسافة الاقليديسية) لشبكة التصريف و الانهار الدائمية ، ** قاعدة بيانات المياه الجوفية لدائرة المياه الجوفية لقضاء عقره ٢٠٢٢

جدول–٦ (معايير التربة للملائمة البيئية لزراعة الرز في منطقة الدراسة)

نوع التربة *	الرتبة	قابلية التربة الزراعية**	الرتبة	نسجة التربة ***	الرتبة	عمق التربة	الرتبة
التربة الصخرية الضحلة، تربة الليثوسول	1	غير ملائم للزراعة(Nr)	1	salty clay، Salty clay loam	1	اقل من ٥٠ سم	1
التربة البنية السمراء	2	ملائم للزراعة بشكل متوسط(S3)	2	clay، Caley loam، loam	2	50– 70 سم	2
التربة البنية العميقة	3	ملائم للزراعة بشكل جيد (S2)	3	sandy clay، Sandy clay loam	3	اكبر من ١٢٠سم	3

المصدر : *تصنيف (FOA) للترب في العراق ، ت** صنيف (USDA) لقابلية الارض الزراعية ،*** تصنيف (Soil texture Triangle)، وخريطة (Microlies system– Cervatana model)

تجدر الإشارة الى ان المساحة النسبية لرتب الملائمة المكانية بحسب خواص متغيرات البيئية الملائمة لزراعة الرز قد تباينت في منطقة الدراسة و (الجدول–٧) ادناه يوضح ذلك:

جدول–٧ (التوزيع النسبي للمتغيرات البيئية للملائمة المكانية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي)

الخاصية	(%) لمساحه رتب الملائمة الزراعية		
	الرتبة (١)	الرتبة (٢)	الرتبة (٣)
نوع التربة	9.92	68.70	21.38
قابليه التربة الزراعية	25.16	60.07	14.77
نسجه التربة	9.17	57.41	33.42
عمق التربة	3.38	47.13	49.49
اوجه الانحدار	43.47	8.38	48.15
انحدار الارض	5.69	24.86	69.45
الرطوبة الطبوغرافية	30.95	56.19	12.85
الحرارة	9.35	37.70	52.95
الاشعاع الشمسي	0.23	54.81	44.97
البعد عن المهر	13.38	45.94	40.67
عدد الابار	58.56	34.76	6.68

المصدر: الاشتقاق المساحي لخرائط متغيرات الملائمة البيئية باستخدام حزمة (ArcGIS pro)

٣– تحويل المتغيرات (Parameters Transformation: ويعني ذلك توزيع مؤشرات متغيرات الملائمة المشار اليها أعلاه الي قيم توزيعية من على مخطط تكرار احصائي و مخطط منحى التوزيع الطبيعي(الشكل رقم–١)، للقيم الملائمة المستخرجة لكل متغير على حدى و هو أسلوب جديد طور ضمن حزمة ال (ArcGIS pro).

الشكل رقم–١ (التوزيع التكراري والطبيعي لقيم الملائمة البيئية لزراعة الرز في سهل عقرة)

المصدر: نموذج (Suitable Slover) داخل حزمة (ArcGIS pro v3).

ج //اخراج معايير الملائمة (Parameters Layout): تعتبر هذه المرحلة الأخير في نمذجة الملائمة البيئية لزراعة الرز في المنطقة المستهدفة، وقد تضمنت تطبيق اسلوب التراكب الخطي التجمعي الموزن (WOC)(Weighted overlay combine) عن طريق توظيف أداة التحليل المكاني(Suitable solver)، وبتطبيق نموذج الملائمة على المعايير البيئية أعلاه تم بناء المنتج النهائي للمنهج المستخدم وهي خريطة الملائمة البيئية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي.

رابعا// النتائج والمناقشة (Result& Discussion):

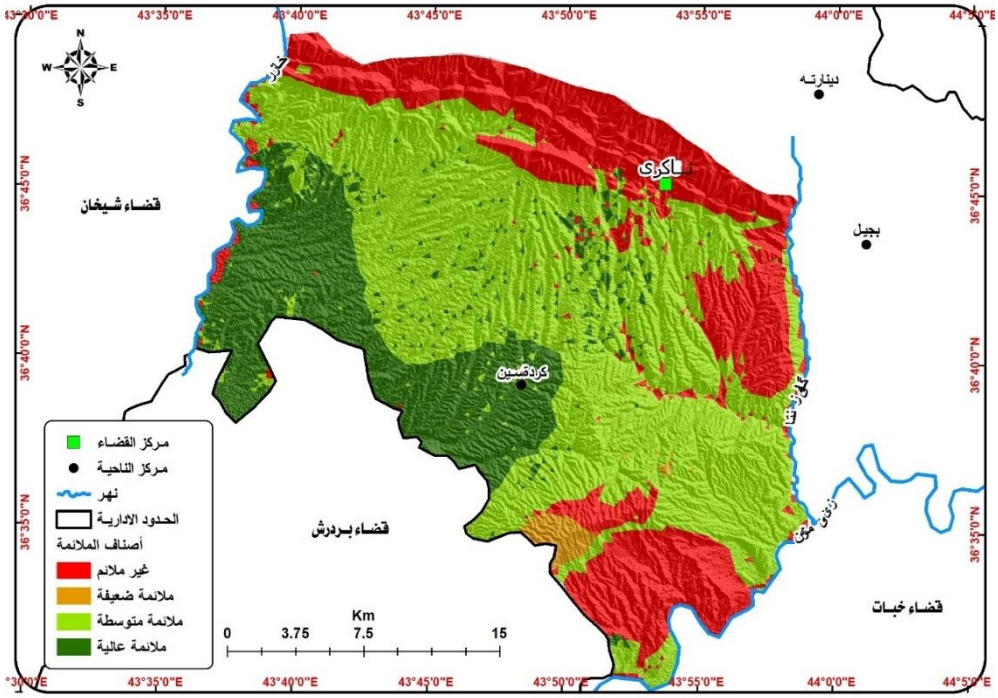
من خلال دراسة وتحليل نتائج كل من(الخريطة-٣) و (الجدول-٨) يتبين أن سهل عقرة الجنوبي، تمتلك خصائص بيئية مناسبة لزراعة الرز، فقد أظهرت الدراسة وجود درجات متباينة من الملائمة المكانية البيئية كالاتي:

١- الأراضي ذات الملائمة العالية: تبلغ مساحتها(١٤٢) كم٢ مايعادل(56.91)دونم، وتشكل تقريبا نسبة(٢٠٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشغل هذه الأراضي الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من السهل، وتلك أراضي منبسطة ذات تربة بنينة عميقة قريبة من نهر الخازر وتتميز برطوبتها(الخريطة-٣)

٢- الأراضي ذات الملائمة المتوسطة: و تستحوذ على اكبر المساحات ضمن المنطقة بواقع (٣٦٩.٦٤)كم٢ مايعادل(147.86)دونم، وبذلك فهي تشغل نسبة اكثر من(٥١٪) من مجموع مساحة سهل عقرة ، عليه يستنتج بان اكثر من نصف أراضي هذا السهل متوسطة الملائمة لزراعة الرز، وهي أراضي تتموضع وسط سهل عقرة و نحو الشمالي حيث تتجه أراضي نحو الارتفاع والتموج وتصبح المساحات المنبسطة ضيقة الى جانب زيادة درجة الانحدار بالتالي فقدان الرطوبة والحاجة الى المزيد من المياه .

٣- الأراضي ذات الملائمة الضعيفة: وهي أجزاء ذات مساحات صغير لا تتعدى(١٠) كم٢ أي ما يعادل (3.92) دونما، وبنسبة(٢٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة(الجدول -٨)، تلك الأراضي تظهر في الأجزاء الجنوبية وبعض الأراضي التي تتموضع عليها مدينة كردةسين.

الخريطة-٣ (خريطة الملائمة البيئية المكانية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي)



المصدر: أداة (Suitable solver) داخل حزمة ((ArcGIS pro

جدول–٨(التوزيع المساحي لأصناف الملائمة البيئية لزراعة الرز في سهل عقرة الجنوبي)

أصناف الملائمة	المساحة		%
	km2	دونم	
غير ملائم	194.27	77.71	27.13
ملائمة ضعيفة	9.80	3.92	1.369
ملائمة متوسطة	369.64	147.86	51.63
ملائمة عالية	142.28	56.91	19.87
المجموع	715.98	286.4	100

المصدر: الاشتقاق المساحي للخريطة –٨)

اما الأراضي غير ملائمة لزراعة الرز فهي أجزاء أظهرت قيما خارج الحدود التي تم قياسها لإنتاج خريطة الملائمة، وتلك أراضي تظهر في الأجزاء الشمالية من سهل عقرة الجنوبي اذ تمثل أراضي منطقة القدمات الجبلية لقضاء عقرة، وبعضا من المناطق التي تتموضع على الأراضي الرديئة (badlands)، فضلاً عن المناطق التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الحصو في أجزاء التي تجاور المجاري النهرية لكل من نهري زنتا ونهر الخازر وبعضا من الروافد الداخلية الموسمية(الخريطة–٣).

مما سبق نستنتج بان استخدام تقنيات (MCDM) و تكامله مع تقنيات الجيوماتيكس تخلق أدوات منهجية فعالة في مجال صناعة القرارات المكانية ذات الابعاد المتعددة ، وخصوصا في التطبيقات الزراعية، بذلك قد نتج تطبيقها على سهل عقرة الجنوبي إضافة ابعاد جغرافية جديدة لها ، مكننا من ان نعلم اين نزرع الرز ضمن منطقة الدراسة و ما هي النتائج و المترتبات الاقتصادية التي سوف يحصل عليها الفلاحي قرى سهل عقرة اذا ما وجه لاستغلال الأجزاء الملائمة، بالتالي الحصول على معطيات تدعم عمليات

التنمية المستدامة لزراعة هذا المحصول الغذائي الاستراتيجي في عموم العراق وإقليم كوردستان العراق.

المصادر (References):

[1] El-Khoury,M., Karams, A, and Baydoun,M, (2016), "A comparative Study of MCDM methods for Sustainable site selection of photovoltaic plants in north Lebanon, Energy procedia,90,

[2] Jafari, M, Hosseini,M, and Zare A. , Integrated of remote sensing, Gis and MCDM techniques for ground Water potential mapping in Iran : a case study in the Khoy plain, Environment Earth Science ,76(16),

[3] Amin, R. A. M., & Shnichal, B. S. (2020). Risks of rainfall intensity on geomorphic processes of Duhok Governorate in Northwest Iraq using RS and GIS. Indian Journal of Ecology, 46(8), 7-14.

[4] رقية احمد محمد امين ، حسين صدى ، تغيرات الغطاء الأرضي لمنطقة المسيب – بابل باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة مداد الاداب، مجلد ٣ عدد ٣٠ (٢٠٢٣).

[5] عبد الفتاح علي البوتاني و فائق أبو زيد ئاكرةيى, ئاكرى مدينة العيون والينابيع, مجلة دهوك, العدد(٣) , نيسان ١٩٩٨ .

[6] سمير صباح رجب ئاكرةيى , الملائمة المكانية الزراعية " أسس و تطبيقات باستخدام الGIS " قضاء عقرة نموذجا, مطبعة هيفى, أربيل , ٢٠١٨.

[7]منظمة الأغذية والزراعة لأمم المتحدة, تاريخ و انتاج وتجارة الأرز, متوفر على (http//:www.fao.org/3/CA3129AR/ca3129ar.pdf) , ٢٠١٩.

[8] المديرية العامة للزراعة و الموارد المائية في محافظة دهوك, مديرية الزراعة في قضاء عقرة, قسم التخطيط, جدول المساحة المزروعة بالمحاصيل الصيفية للموسم الزراعي ٢٠٢٢-٢٠٢٣ , غير منشورة, ٢٠٢٣.

[9] سمير صباح رجب , تقييم الملائمة المكانية لاستعمالات الأرض الزراعية في قضاء عقرة , أطروحة دكتوراة, جامعة الموصل , كلية العلوم الإنسانية, ٢٠١٦

[10] RTM (Shuttle Radar Topography Mission),elevation data on a near-global scale, https://asf.alaska.edu..
[11] USDA (United State Department of Agriculture), Soil texture Classification, http://soils.usda.gov.
[12] Anderson, C., & Brown, C. E. (2010). The functions and dysfunctions of hierarchy. Research in Organizational Behavior.