



ISSN: 1817-6798 (Print)

Journal of Tikrit University for Humanities

available online at: [www.jtuh.org/](http://www.jtuh.org/)
**JTUH**  
 مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية  
 Journal of Tikrit University for Humanities
**Layla Ali Abed**

University of Kirkuk / College of Basic Education

\* Corresponding author: E-mail :  
[laila.ali.abed@uokirkuk.edu.iq](mailto:laila.ali.abed@uokirkuk.edu.iq)

**Keywords:**

spatial variability  
 spatial statistical analysis  
 Geographic Information Systems  
 hotspot analysis.

**ARTICLE INFO****Article history:**

Received 1 Mar 2025  
 Received in revised form 25 Jun 2025  
 Accepted 2 Aug 2025  
 Final Proofreading 29 Jan 2026  
 Available online 31 Jan 2026

E-mail [t-jtuh@tu.edu.iq](mailto:t-jtuh@tu.edu.iq)

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER  
 THE CC BY LICENSE

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## Spatial Variability of Wheat and Barley Production in Al-Debs District Using Geoinformatics Analysis Techniques

**A B S T R A C T**

The study aims to analyze the spatial variation in wheat and barley production in Dibis District using GIS techniques and spatial statistical analysis, in order to identify distribution patterns and the factors responsible for differences in productivity among agricultural sub-districts. The research is based on production and cultivated area data for 2024, along with spatial datasets including a Digital Elevation Model and soil maps, processed using ArcGIS 10.8. Spatial analysis tools such as Global Moran's I, Local Moran's I, and Hot Spot Analysis were applied. The results indicate that wheat production exhibits a clustered spatial pattern, particularly near the Lesser Zab River due to favorable alluvial soils and higher moisture availability, while productivity declines in the southern and western areas because of salinity and steeper slopes. Barley production, however, shows a more random and less organized pattern. The study concludes that natural factors, especially soil type and slope, play the dominant role in explaining spatial production variability, highlighting the importance of spatial analysis for agricultural planning and improving production efficiency.

© 2025 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.33.1.2.2026.8>

التباين المكاني لإنتاج القمح والشعير في قضاء الدبس باستخدام تقنيات التحليل الجيومعلوماتي

ليلى علي عبد / جامعة كركوك / كلية التربية الأساسية

**الخلاصة:**

يهدف البحث إلى تحليل التباين المكاني لإنتاج القمح والشعير في قضاء الدبس اعتماداً على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الإحصائي المكاني، للكشف عن أنماط التوزيع والعوامل المؤثرة في اختلاف الإنتاج بين المقاطعات الزراعية. استندت الدراسة إلى بيانات إنتاج ومساحات عام ٢٠٢٤، وبيانات مكانية

شملت نموذج الارتفاع الرقمي وخريطة التربة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 ، مع تطبيق أدوات مثل Global Moran's I و Local Moran's I و Hot Spot Analysis. أظهرت النتائج أن إنتاج القمح يتسم بنمط متجمع، لا سيما قرب مجرى الزاب الصغير لملاءمة التربة وارتفاع الرطوبة، في حين ينخفض في المناطق الجنوبية والغربية بسبب الملوحة والانحدار. أما الشعير فظهر بنمط أكثر عشوائية وأقل انتظاماً. وأكدت الدراسة أن العوامل الطبيعية، خصوصاً التربة والانحدار، كانت الأكثر تأثيراً في التباين الإنتاجي، مع إبراز أهمية التحليل المكاني في دعم التخطيط الزراعي وتحسين كفاءة الإنتاج. الكلمات المفتاحية : التباين المكاني، التحليل الإحصائي المكاني، نظم المعلومات الجغرافية، البقع الساخنة والباردة.

#### المقدمة :

يُعدُّ الإنتاج الزراعي أحد المرتكزات الأساسية للأمن الغذائي في العراق، ولاسيما المحاصيل الإستراتيجية مثل القمح والشعير، اللذين يمثلان جزءاً محورياً من منظومة الأمن الغذائي الوطني والاقتصاد الريفي. ويتميز قضاء الدبس في محافظة كركوك بامتلاكه بيئة زراعية متنوعة تجمع بين الأراضي المروية والبعلية، فضلاً عن تدرج واضح في الخصائص الطبيعية والبشرية المؤثرة في الإنتاج الزراعي، مثل الترب، مصادر المياه، الكثافة السكانية الريفية، ومستويات الخدمات الزراعية. هذا التنوع يفرض بالضرورة وجود تباين مكاني في إنتاج القمح والشعير، ما يستدعي دراسة علمية تعتمد أدوات كمية دقيقة للكشف عن أنماط التوزيع والعوامل المفسرة لها.

لقد أسهم تطور نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات التحليل الإحصائي المكاني في إحداث نقلة نوعية في الدراسات الزراعية، من خلال القدرة على معالجة البيانات المكانية وربطها بمتغيرات الإنتاج، وتحليلها إحصائياً لكشف التجمعات والاتجاهات والانحرافات المكانية. وتتيح هذه التقنيات، مثل Moran's I

و Getis-Ord Gi\* و Spatial Autocorrelation و Hot Spot Analysis و Local Indicators of Spatial Association (LISA)، فهماً دقيقاً للعلاقات بين مواقع الإنتاج وخصائصها البيئية، إضافة إلى

تحديد المناطق ذات الكفاءة الإنتاجية العالية أو المتدنية (محمد، وصالح، ٢٠٢٤، ص ٣١).

وينطلق هذا البحث من الحاجة إلى تحليل التوزيع المكاني لإنتاج القمح والشعير في قضاء الدبس، بهدف الكشف عن طبيعة النمط المكاني السائد، ومدى وجود تجمعات مكانية (Clusters) للمساحات المنتجة، وربطها بالعوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة. كما يسعى البحث إلى تقييم كفاءة التوزيع الزراعي

وتحديد المناطق الواعدة زراعياً، بما يساهم في دعم خطط التنمية الزراعية واتخاذ القرارات المعتمدة على البيانات الجغرافية المكانية. (GIS-Based Decision Making).

**أولاً. مشكلة البحث :**

تمثل مشكلة البحث في وجود تباين مكاني في إنتاج القمح والشعير بين مقاطعات قضاء الدبس، وهو تباين ناتج عن اختلاف العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في العملية الزراعية، إلا أن طبيعة هذا التباين وحدوده ومناطقه ما تزال غير واضحة، مما يستدعي تحليله باستخدام أدوات التحليل الإحصائي المكاني ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية. من هذه المقولة تنطلق مشكلة البحث بالاسئلة الآتية:

١. ما نمط التوزيع المكاني لإنتاج القمح والشعير في مقاطعات قضاء الدبس؟
٢. ما أهم العوامل الطبيعية والبشرية التي تُفسر التباين المكاني للإنتاج؟
٣. أين تتركز مناطق الإنتاج المرتفع والمنخفض وفق تقنيات التحليل الإحصائي المكاني؟

**ثانياً. فرضية البحث :**

١. يوجد نمط مكاني غير عشوائي لإنتاج القمح والشعير في مقاطعات قضاء الدبس.
٢. العوامل الطبيعية والبشرية تؤثر بشكل واضح في تباين إنتاج القمح والشعير بين المقاطعات.
٣. توجد مناطق مرتفعة وأخرى منخفضة في الإنتاج يمكن تحديدها عبر التحليل الإحصائي المكاني.

**ثالثاً. هدف البحث :** يهدف الى الآتي:

١. تحليل نمط التوزيع المكاني لإنتاج القمح والشعير في مقاطعات قضاء الدبس باستخدام أدوات التحليل الإحصائي المكاني.
٢. تحديد العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في تباين إنتاج القمح والشعير بين المقاطعات.
٣. الكشف عن مناطق التجمعات الإنتاجية العالية والمنخفضة (Hotspots و Cold spots).
٤. إعداد خرائط مكانية توضح مستويات الإنتاج وتوزعه الجغرافي ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية.
٥. تقديم تفسير مكاني علمي يساهم في دعم التخطيط والتوجيه نحو المناطق الأكثر ملاءمة للإنتاج.

**رابعاً. أهمية البحث :**

تتبع أهمية هذا البحث من تناوله التباين المكاني لإنتاج محصولي القمح والشعير في قضاء الدبس، وهما من المحاصيل الإستراتيجية ذات الأهمية البالغة في تحقيق الأمن الغذائي في العراق. وتكمن أهمية الدراسة في توظيف تقنيات التحليل الجيومعلوماتي ونظم المعلومات الجغرافية للكشف عن أنماط التوزيع المكاني للإنتاج، وتحديد مناطق التجمعات الإنتاجية المرتفعة والمنخفضة، بما يتيح فهماً علمياً أدق لطبيعة التباين المكاني القائم بين المقاطعات الزراعية. كما تكتسب الدراسة أهمية تطبيقية من خلال دعم التخطيط الزراعي القائم

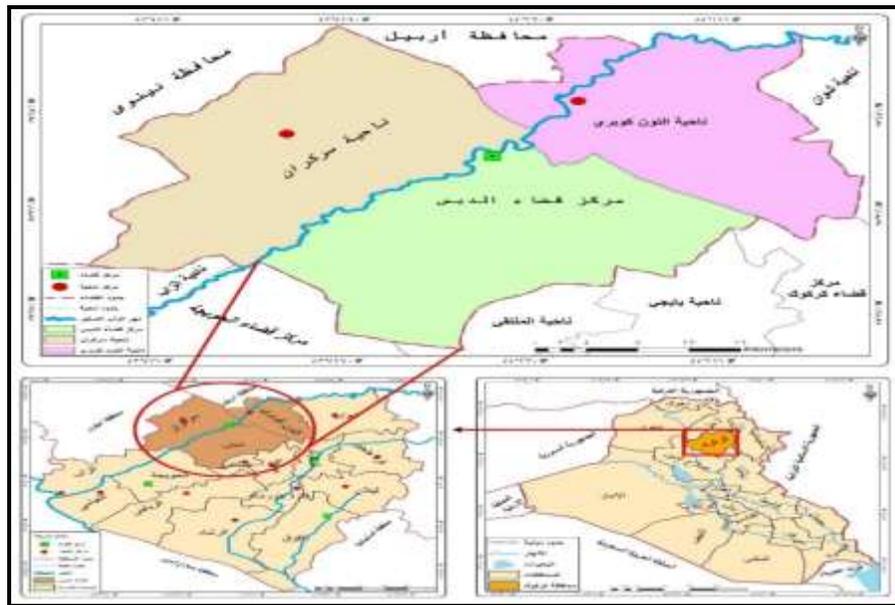
على البيانات المكانية، وتوجيه الموارد والاستثمارات الزراعية نحو المناطق الأكثر كفاءة إنتاجية، بما يسهم في تحسين إدارة الأراضي الزراعية وتعزيز التنمية الزراعية المستدامة في قضاء الدبس.

#### خامساً. موقع منطقة الدراسة:

يقع قضاء الدبس ضمن الأجزاء الشمالية من محافظة كركوك، إذ يحده من الشمال قضاء بنصلاوة التابع لمحافظة أربيل، ومن جهة الشرق والجنوب الشرقي يفصلها قضاء كركوك والمتمثلة بناحية مركز القضاء ونواحي (شوان، ويايجي والملتقى) التابعات إدارياً لمحافظة كركوك، ويحده من جهة الغرب والشمال الغربي قضاء مخمور التابع إدارياً لمحافظة نينوى، وتجاوره من جهة الجنوب قضاء الحويجة. إما الموقع الاحداثي (الفلكي) والذي يتحدد بدوائر العرض وخطوط الطول فانه يقع ما بين دائرتي عرض  $(16^{\circ} 44^{-}$ ،  $35^{\circ}$ ) و  $(10^{\circ} 28^{-}$ ،  $35^{\circ}$ ) شمالاً وبين خطي الطول  $(44^{\circ} 16^{-}$ ،  $43^{\circ}$ ) و  $(38^{\circ} 47^{-}$ ،  $43^{\circ}$ ) شرقاً. وكما في الخريطة (١).

وقد ضمت منطقة الدراسة ثلاث مناطق هي (مركز القضاء، وناحية التون كوبري وناحية سركران) يشغلان الرقعة الجغرافية البالغة مساحتها (٦٩٧٦٧١) دونم، تمثل ما نسبته (١٧.٤%) من مجموع مساحة محافظة، وكما يتضح من الجدول (١)، أما عدد السكان القضاء فقد بلغ عدد السكان في منطقة الدراسة نحو (١٣٥١٦٧) نسمة لعام ٢٠٢٤، ويمثل عدد سكان الريف (٧٢٩٣٠) وبنسبته (٥٤%)، من مجموع سكان القضاء. ويتكون القضاء من (٩٦) مقاطعة زراعية.

#### خريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: - الباحث اعتماداً على خريطة العراق وكركوك الإدارية لعام ٢٠٠٧، خريطة الوحدات الإدارية لعام ٢٠١٢، برنامج ARC GIS V10.8.

سادساً. البيانات المستخدمة في الدراسة :

أولاً: البيانات الوصفية (Attribute Data)

تمثل البيانات الوصفية الأساس الكمي الذي يُبنى عليه تحليل التباين المكاني لإنتاج القمح والشعير في منطقة الدراسة، إذ توفر صورة رقمية دقيقة لحجم النشاط الزراعي وخصائصه. وكما في الجدول (١) وتشمل هذه البيانات المعلومات الصادرة من الدوائر الزراعية حول مساحة زراعة القمح والشعير وإنتاج كل منهما في مقاطعات قضاء الدبس، وهي بيانات يتم اعتمادها بوصفها المؤشر الرئيس لقياس التفاوت الإنتاجي بين الوحدات الزراعية. كما تضم البيانات الوصفية مجموعة من البيانات المناخية الخاصة بمنطقة الدراسة، مثل درجات الحرارة والأمطار والرطوبة وسرعة الرياح.

جدول (١) البيانات الوصفية لمساحة وإنتاج محصولي القمح والشعير في منطقة الدراسة

ت	رقم واسم المقاطعة	الشعبة الزراعية	المساحة الكلية / دونم	سكان / نسمة	كثافة	القرى	مساحة القمح / دونم	انتاج / طن	مساحة الشعير / دونم	الإنتاج / طن
1	١ خزرج	ديس	2455	266	16.29099	1	14	18	0	0
2	٢ دبس	ديس	6622	0	0	0	349	309	0	0
3	٣ قره جم	ديس	6709	1635	11.92494	2	658	578	0	0
4	١٨ باي حسن	ديس	6409	2754	31.20515	5	1799	1553	0	0
5	٤ ملحه	ديس	10320	2841	15.50402	4	2179	2888	0	0
6	٣ مامه وعلي غير	ديس	32529	3695	4.91875	4	10510	13979	100	65
7	٥ محكور	ديس	4373	32	9.146479	1	110	83	0	0
8	٦ المنسيه	ديس	3900	17	10.25643	1	40	31	0	0
9	٧ ربيضه	ديس	12712	2856	22.02576	7	2630	2865	0	0
10	٨ كيببه	ديس	24489	3497	4.900139	3	5852	6668	0	0
11	٦ قره دره	ديس	21184	626	7.553039	4	2779	4682	0	0
12	١ مشيرفه	ديس	3329	468	24.03075	2	821	658	0	0
13	٢ ابو خرجه	ديس	8248	656	4.849583	1	1650	1592	100	65
14	١٧ طق طق	ديس	16584	2037	9.647722	4	8026	8760	0	0
15	١١ جغماغه	ديس	5424	658	14.75052	2	286	1174	0	0
16	٧ عمشه	ديس	9742	708	20.52929	5	2682	2060	0	0
17	٨ مرعي	ديس	5273	4125	22.75643	3	118	609	0	0
18	٩ قلعه هلبت	ديس	9389	23	4.260163	1	60	46	0	0
19	١ قوطان خليفه	ديس	6517	91	12.2765	2	2039	1531	0	0
20	٣ بيوك قوطان	ديس	5825	32	6.866656	1	419	2669	0	0
21	٢ كوچك قوطان	ديس	4749	2172	16.84591	2	393	782	0	0
22	١٠ قوشقايه	ديس	12094	3651	9.922245	3	5271	7019	0	0
23	٥ علو محمود	ديس	6816	4533	23.47385	4	2161	3313	0	0
24	١٤ صابونجي	ديس	8687	879	9.208677	2	3522	3729	0	0
25	١٥ دورم	ديس	8802	1619	13.6329	3	3752	3868	300	196
26	٢٧ جاستان	سركران	14079	549	2.841087	1	5279	4356	0	0
27	٢٦ قبلان	سركران	8121	1206	4.92579	1	4205	3682	100	40
28	٢٥ سي قوجان	سركران	4470	635	8.949379	1	350	285	0	0
29	٢٤ خوشناو	سركران	4872	554	8.209863	1	586	500	0	0
30	٦٨ درماناو	سركران	5546	10	7.212169	1	239	181	0	0
31	١٣ سليمان بخشان	سركران	6913	420	11.57257	2	1430	1205	220	88

مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية المجلد {٣٣} العدد {١} الجزء الثاني لعام ٢٠٢٦

236	590	4193	5128	1	3.594218	1333	11129	سركران	٢٣ لهيبان	32
0	0	1880	2141	2	5.707633	1300	14016	سركران	٢١ دربندكومي	33
0	0	1393	1855	1	5.028845	402	7954	سركران	٧١ بئر مهدي	34
0	0	760	977	1	5.783677	188	6916	سركران	١٢ كندال قطني	35
0	0	3036	3480	1	2.779084	818	14393	سركران	٢٠ سرشاش	36
0	0	113	150	1	4.337167	501	9223	سركران	١٩ عبدالله فاني	37
0	0	2760	3177	1	5.388974	746	7423	سركران	١٦ خرابه	38
0	0	318	400	2	12.08011	227	6622	سركران	٧٣ قلانه سوران	39
0	0	937	75	1	8.45087	16	4733	سركران	٦٧ قره بوتك	40
0	0	450	600	1	6.877054	286	5816	سركران	١٨ خيرو بولاقر	41
0	0	2521	2482	1	3.239301	1401	12348	سركران	١٧ بلكانة	42
36	90	1200	1430	2	10.06589	336	7948	سركران	٧٦ همزه اغا	43
40	100	383	510	1	8.540247	74	4684	سركران	٣ دربند صالو	44
0	0	24	20	1	18.91943	773	2114	سركران	١ أم الحوالي	45
0	0	2090	2414	1	7.261171	976	5509	سركران	٧٩ جواربردان	46
0	0	1060	1209	1	15.15409	567	2640	سركران	٨٠ كروروه	47
0	0	3775	3885	2	7.941807	2074	10073	سركران	٢ شناغه	48
0	0	1747	1775	1	8.980097	661	4454	سركران	٤ كابلكه	49
0	0	669	798	1	16.71982	487	2392	سركران	٥ دركه كبير	50
0	0	1912	1985	1	9.142326	451	4375	سركران	٦ دركه صغير	51
0	0	857	1050	1	16.23021	493	2465	سركران	٧ جرد	52
0	0	1166	1298	1	13.23472	855	3022	سركران	٨ كيسومه	53
40	100	822	864	1	13.59658	383	2942	سركران	٩ تل هلاله	54
0	0	759	982	1	7.650727	784	5228	سركران	١٠ كزوشان	55
0	0	904	1201	1	4.711604	1222	8490	سركران	٥٠ كراو	56
0	0	226	300	2	18.95665	402	4220	سركران	٧٤ سارتك	57
0	0	780	950	1	6.445899	162	6205	سركران	٧٥ هيمن مردي	58
0	0	1001	1310	2	18.36995	434	4355	سركران	٧٧ دوانزه هوار	59
40	100	6009	6310	0	0	0	7923	سركران	١٥ سركران	60
139.6	349	3965	4567	3	10.08462	2464	11899	سركران	١١ شحل	61
0	0	1728	2047	1	10.12074	566	3952	سركران	١٤ داود كوركه	62
0	0	1789	1844	1	9.741636	467	4106	سركران	٢٢ قوج	63
27.45	183	5202	6168	2	5.768536	461	13868	كوبري	١ قره سالم	64
0	0	731	898	1	5.132147	368	7794	كوبري	٤٨ درمناو كبير	65
9	60	791	1045	1	7.612627	317	5254	كوبري	٤٩ درمناو صغير	66
22.05	147	1140	1434	1	5.295722	19	7553	كوبري	٤٦ جياجرمك كبير	67
0	0	274	310	1	13.03283	21	3069	كوبري	٤٧ جياجرمك صغير	68
9.75	65	2878	3298	1	7.1009	254	5633	كوبري	٤٥ قره بك	69
0	0	70	58	1	3.697347	97	10819	كوبري	٣٨ قرغه تو	70
4.5	30	2625	2603	2	12.04849	266	6640	كوبري	٣٩ كتكه	71
32.7	218	5019	5631	1	5.404683	2296	7401	كوبري	٤٤ كلوزي	72
93.45	623	3524	4443	2	9.120432	891	8772	كوبري	٥٠ سربير	73
49.3	246	2184	2773	1	9.328809	17	4288	كوبري	٤٣ كوه ني	74
36.9	246	1427	1649	1	15.82362	14	2528	كوبري	٣٦ روز بياني	75
15.6	104	2362	2890	1	5.527093	31	7237	كوبري	٣٤ ميراصفهان كبير	76
1.8	12	2628	2495	2	10.34995	759	7730	كوبري	٤١ نبي اوة	77
169	306	1323	1663	1	9.944186	185	4022	كوبري	٣٣ شاهنشيش	78
0	0	418	509	1	9.090987	247	4400	كوبري	٣٧ قادر باغر	79
0	0	421	419	1	15.04508	228	2659	كوبري	٣٢ يارمجة	80
81	125	1983	2021	2	17.80071	629	4494	كوبري	٢٥ غضنفر	81
0	0	524	673	1	9.185338	66	4355	كوبري	٢٢ بالو تبه	82
6.6	44	675	778	1	16.25635	178	2461	كوبري	٢٧ بيبياني صغير	83
65	300	1279	1680	1	10.35952	1936	3861	كوبري	٢٠ خورمالوجه	84

7.5	50	964	1101	1	8.796851	120	4547	كوبري	٢٩ زردك	85
18.9	126	1482	1707	1	9.853357	30	4060	كوبري	٣٥ ميراصفهان صغيره	86
40.5	131	2047	2167	1	4.561367	183	8769	كوبري	٢٨ بيبياني كبير	87
18	28	285	326	1	10.15714	73	3938	كوبري	٣٠ كولدره صغير	88
52	80	592	658	2	10.89399	998	7343	كوبري	١٩ دارمان	89
13.5	90	1338	1513	1	7.055394	3086	5669	كوبري	٢١ حصار كبير	90
46.8	312	1721	2194	1	8.256393	874	4845	كوبري	٣١ كولدره كبير	91
5	8	594	612	1	7.310888	117	5471	كوبري	٤٠ التون كوبري جنوبي	92
39	61	3026	2888	1	3.395809	1368	11779	كوبري	٥٢ قيا باشي	93
28	43	1823	1713	1	13.62973	30	2935	كوبري	٥١ صوب أربيل	94
0	0	3518	3363	1	6.229932	697	6421	كوبري	١٨٢ صاري جم صغير	95
0	0	2025	2157	1	6.565628	382	6092	كوبري	١٨٣ صاري جم كبير	96
0	0	1451	1785	1	9.501629	160	4210	كوبري	٤٢ كورزى	97
1879	5787	191244	193045	153	975	82492	697671		المجموع	

المصدر: وزارة الزراعة، مديرية زراعة كركوك، شعبة زراعة (الدبس، سركران، كوبري)، (بيانات غير منشورة)، ٢٠٢٤.

### ثانياً: البيانات المكانية (Spatial Data)

تشتمل البيانات المكانية على جميع المعطيات التي تحمل إحداثيات جغرافية، والتي تُستخدم لرسم خريطة المنطقة وتحليل العلاقات بين العوامل الطبيعية والإنتاج الزراعي. ويأتي في مقدمة هذه البيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الذي يوفر معلومات دقيقة عن ارتفاعات المنطقة وتضرسها. ويُشتق من هذا النموذج خريطة الانحدار التي تُعد عاملاً مهماً في تحديد ملاءمة الأراضي للزراعة.

كما تعتمد الدراسة على خريطة أصناف الترب التي تبين توزيع أنواع التربة. وإلى جانب ذلك، وهي تُعد مصدراً محدثاً لرصد التوزيع الفعلي للمناطق الزراعية ضمن موسم النمو. وتمكّن هذه الخريطة من التمييز بين الأراضي المزروعة وغير المزروعة، وبين الاستخدامات الأخرى، مما يوفر أساساً للتحقق من صحة بيانات المساحات الزراعية الوصفية، وتعزيز دقة التحليل المكاني.

### سابعاً. تحليل التباين المكاني ( Spatial Variance Analysis )

يُعدّ التباين المكاني أحد المفاهيم الأساسية في الجغرافية الكمية ونظم المعلومات الجغرافية، إذ يشير إلى اختلاف قيم الظاهرة المدروسة من مكان إلى آخر نتيجة تغيّر الخصائص الطبيعية أو البشرية أو كليهما. ويعكس هذا المفهوم طبيعة عدم التجانس الجغرافي التي تميز المجالات المكانية، سواء في شكل تغيرات تدريجية أو فجائية عبر الوحدات الجغرافية. وتأتي أهمية دراسة التباين المكاني من كونها تمكّن الباحث من الكشف عن البنى المكانية الخفية داخل البيانات، وتحديد المناطق التي تتشابه أو تختلف في خصائصها، فضلاً عن معرفة الاتجاهات المكانية العامة للظاهرة ومن خلال ذلك سيتم استخدام الأساليب الاتية:

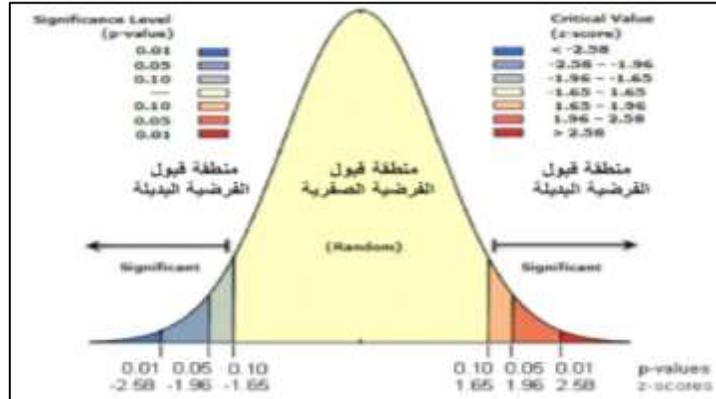
١- التباين المكاني لإنتاج محصولي القمح والشعير (Hot Spot Analysis (Getis - Ord Gi):

تُعد أداة Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi) من أهم أدوات الإحصاء المكاني المستخدمة للكشف عن الأنماط الحرارية للظواهر الجغرافية، إذ تعمل على تحديد مواقع التجمعات ذات القيم المرتفعة أو

المنخفضة ضمن المجال المكاني. وتعتمد هذه الأداة على قياس درجة الارتباط المكاني بين قيمة كل وحدة مكانية وقيم الوحدات المجاورة لها، لتحديد ما إذا كانت المنطقة تشكل بقعة ساخنة High-Value Hot Spot تشير إلى تجمع مرتفع في الظاهرة، أو بقعة باردة Low-Value Cold Spot تعبر عن تجمع منخفض. ويُستدل على ذلك من خلال قيمة Z-score التي تعبر عن قوة واتجاه التجمع، وقيمة P-value التي تُظهر مستوى الدلالة الإحصائية. (عزيز، ٢٠١٥، ص ١٢٦)

تشير اختبارات أداة Getis-Ord  $G_i^*$  إلى قبول أو رفض فرضية العدم التي تفترض أن التوزيع المكاني عشوائي. فكلما كانت قيمة P صغيرة دلّ ذلك على أن احتمال ظهور النمط بالصدفة ضعيف، وبالتالي يمكن القول بوجود تجمعات مكانية حقيقية. أما قيمة Z-Score فتقيس مدى ابتعاد النتيجة عن العشوائية؛ إذ تعني القيم الكبيرة الموجبة أو السالبة وجود بقع ساخنة أو باردة واضحة، بينما تشير القيم القريبة من الصفر إلى غياب أي تجمع مكاني. وعلى سبيل المثال، تُعد قيمة  $Z = 2.5$  دليلاً قوياً على وجود نمط متجمع لأنها تمثل ابتعاداً كبيراً عن التوزيع العشوائي وترافقها عادة قيمة P منخفضة. وكما في الشكل (١) والجدول (٢).

شكل (١) التوزيع الطبيعي لقيم Z , P



Arc GIS Desktop 10.2 Help , Hot Spot Analysis ( Getis – Ord  $G_i^*$ ).

جدول (٢) مستويات الثقة المثالية

z-score (Standard Deviations) الدرجة المعيارية (الانحراف المعياري)	p-value (Probability) قيم الدرجة الاحتمالية ( مستوى المعنوية )	Confidence level درجة الثقة الاحصائية
< -1.65 or > +1.65	< 0.10	90%
< -1.96 or > +1.96	< 0.05	95%
< -2.58 or > +2.58	< 0.01	99%

Arc GIS Desktop 10.2 Help, Hot Spot Analysis (Getis- Ord  $G_i^*$ ).

تُستخدم أداة تحليل البقع الساخنة للكشف عن الأماكن التي تتجمع فيها القيم المرتفعة بشكل واضح (بقع ساخنة) أو القيم المنخفضة (بقع باردة). وتعتمد الأداة على حساب الدرجة المعيارية Z-Score وقيمة الاحتمالية P-Value ؛ فكما كانت Z كبيرة و P صغيرة دلّ ذلك على تجمع مكاني قوي للقيم المرتفعة أو المنخفضة (J.de, others, ٢٠٠٩, ٥٥). وبذلك تُظهر الأداة المناطق التي تتكرر فيها الظاهرة بقيم عالية أو منخفضة أكثر مما يمكن أن يحدث بالصدفة، مما يوضح نمط التوزيع المكاني للظاهرة بشكل مبسط وواضح وفي حال كانت قيمة Z-Score قريبة من الصفر فإن ذلك يشير إلى غياب أي نمط واضح، أي أن التوزيع عشوائي ولا توجد كثافة لقيم متشابهة<sup>(٤)</sup>. لاحظ الشكل (٢).

شكل (٢) النموذج المكاني لتجمعات القيم الساخنة والباردة Hot Spot Analysis



Arc GIS Desktop 10.2 Help, Hot Spot Analysis ( Getis – Ord Gi\*)

وتعتمد هذه الطريقة في التوزيع على المعادلة الموضحة في الشكل ادناه (الغزاوي, ٢٠٠٩, ص١٢٧).

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2}{n-1}}}$$

اذ ان:

$G_i^*$  = قيمة الظاهرة

$W_{i,j}$  = الوزن بين الظاهرة I والظاهرة j

$jx$  = قيمة التكرار للظاهرة j

$X$  = الوسط الحسابي

$S$  = الانحراف المعياري لـ  $jx$

$n$  = العدد الكلي لقيم الظاهرة.

وبعد تطبيق الإداة تظهر النتائج في الجدول (٣) والخريطين (٢) (٣).

جدول (٣) نتائج قيم Gi Pvalue وقيم GiZScore لانتاج محصولي القمح والشعير

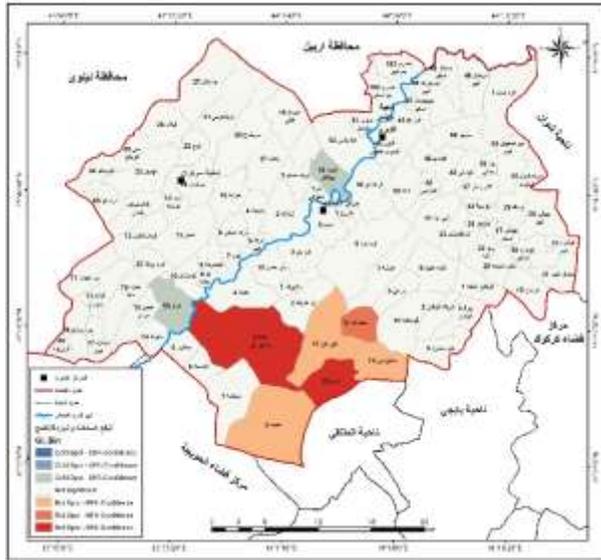
ت	اسم المقاطعة ورقمها	انتاج القمح		انتاج الشعير		ت	اسم المقاطعة ورقمها	انتاج القمح		انتاج الشعير	
		GiPValue	GiZScore	GiPValue	GiZScore			GiPValue	GiZScore	GiPValue	GiZScore
1	٢٧ جاستان	0.066	1.838	0.024	2.257	50	١٧ طق	0.432	0.785	0.505	-0.667
2	٢٦ قيلان	0.012	2.517	0.284	-1.071	51	١١ جغماغه	0.614	0.505	0.015	2.441
3	٢٥ سي فوجان	0.905	-0.120	0.341	-0.953	52	٧ عمشه	0.850	0.189	0.015	2.441
4	٢٤ خوشناو	0.978	-0.028	0.238	-1.180	53	٨ مرعي	0.164	-1.391	0.412	-0.821
5	٦٨ درماناو	0.267	-1.109	0.888	0.141	54	٩ قلعه هلبت	0.506	-0.665	0.012	2.512
6	١٣ سليمان بخشان	0.230	-1.200	0.861	-0.176	55	١ قوطان خليفه	0.693	-0.394	0.012	2.512

مجلة جامعة تكريت للعلوم الانسانية المجلد {٣٣} العدد {١} الجزء الثاني لعام ٢٠٢٦

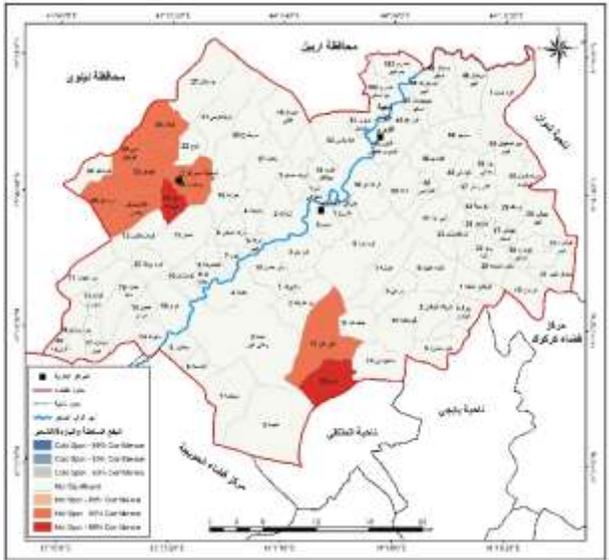
0.920	0.100	0.341	-0.953	٣ بيوك قوطان	56	0.512	0.655	0.011	2.536	٢٣ لهيبان	7
0.683	0.408	0.200	-1.281	٢ كوجك قوطان	57	0.345	0.944	0.412	-0.821	٢١ دربندكومي	8
0.332	0.969	0.238	-1.180	١٠ قوشقايه	58	0.398	-0.845	0.755	-0.312	٧١ بير مهدي	9
0.149	1.444	0.341	-0.953	٥ علو محمود	59	0.537	-0.617	0.258	1.130	١٢ كندال قطني	10
0.091	1.689	0.412	-0.821	١٤ صابونجي	60	0.934	-0.082	0.341	-0.953	٢٠ سربشاخ	11
0.003	2.975	0.007	2.706	١٥ دورم	61	0.945	-0.069	0.412	-0.821	١٩ عبدالله فاني	12
0.223	1.219	0.000	3.932	١٤ داود كوركه	62	0.266	1.112	0.645	-0.461	١٦ خرابه	13
0.118	1.565	0.757	0.309	٢٢ قوج	63	0.250	-1.151	0.501	-0.673	٧٣ قلانه سوران	14
0.495	0.682	0.846	-0.194	١ قره سالم	64	0.351	-0.933	0.705	0.378	٦٧ قره بوتك	15
0.996	-0.005	0.815	-0.233	٤٨ درمنان كبير	65	0.073	-1.791	0.593	-0.535	١٨ خيرو بولانقر	16
0.226	-1.212	0.568	-0.571	٤٩ درمنان صغير	66	0.654	-0.449	0.645	-0.461	١٧ بلكانة	17
0.646	-0.459	0.990	-0.013	٤٦ جيارمك كبير	67	0.136	-1.492	0.244	-1.166	٧٦ همزه اغا	18
0.627	-0.486	0.396	-0.848	٤٧ جيارمك صغير	68	0.552	-0.595	0.530	-0.629	٣ دربند صالو	19
0.786	0.272	0.719	-0.360	٤٥ قره بك	69	0.165	-1.388	0.439	-0.774	١ أم الحوالي	20
0.179	-1.343	0.334	-0.966	٣٨ قرغه تو	70	0.535	-0.621	0.610	-0.510	٧٩ جواربردان	21
0.910	0.113	0.464	-0.733	٣٩ كتكه	71	0.620	-0.496	0.412	-0.821	٨٠ كروره	22
0.237	1.182	0.456	0.746	٤٤ كلوزي	72	0.235	-1.188	0.366	-0.903	٢ شناغه	23
0.449	0.756	0.128	1.521	٥٠ سربير	73	0.825	0.221	0.284	-1.071	٤ كابلکه	24
0.904	0.121	0.468	0.725	٤٣ كوه ني	74	0.663	-0.436	0.142	-1.469	٥ درکه كبير	25
0.597	-0.529	0.553	0.593	٣٦ روز بياني	75	0.700	-0.385	0.965	0.044	٦ درکه صغير	26
0.480	-0.706	0.843	-0.198	٣٤ ميراصفهان كبير	76	0.362	-0.911	0.307	-1.022	٧ جرد	27
0.532	-0.625	0.254	1.141	٤١ نبي اوة	77	0.628	-0.484	0.827	0.219	٨ كيصومه	28
0.307	-1.021	0.272	1.098	٣٣ شاهنشيش	78	0.658	-0.442	0.827	0.219	٩ تل هلاله	29
0.447	-0.760	0.605	0.517	٣٧ قادر باغر	79	0.409	-0.826	0.678	0.416	١٠ كزوشان	30
0.251	-1.148	0.203	1.274	٣٢ يارمجة	80	0.075	-1.780	0.483	-0.702	٥٠ كراو	31
0.207	-1.263	0.187	1.319	٢٥ غضنفر	81	0.142	-1.467	0.501	-0.673	٧٤ سارتك	32
0.104	-1.624	0.164	1.393	٢٢ بالو تبه	82	0.135	-1.495	0.416	-0.814	٧٥ هيمين مردی	33
0.179	-1.344	0.572	0.566	٢٧ بيبياني صغير	83	0.412	-0.820	0.501	-0.673	٧٧ دوازده هوار	34
0.192	-1.304	0.411	0.822	٢٠ خورمالوجه	84	0.145	1.458	0.048	1.981	١٥ سركران	35
0.221	-1.225	0.801	0.252	٢٩ زردك	85	0.510	-0.659	0.827	0.219	١١ شحل	36
0.729	-0.347	0.803	0.249	٣٥ ميراصفهان صغيره	86	0.205	-1.268	0.238	-1.180	١ خزرچ	37
0.347	-0.941	0.823	0.224	٢٨ بيبياني كبير	87	0.456	-0.746	0.200	-1.281	٢ دبس	38
0.163	-1.396	0.524	0.637	٣٠ كولدره صغير	88	0.380	-0.878	0.505	-0.667	٣ قره جم	39
0.304	-1.027	0.422	0.803	١٩ دارمان	89	0.370	-0.896	0.424	-0.800	١٨ باي حسن	40
0.334	-0.967	0.516	0.650	٢١ حصار كبير	90	0.126	1.530	0.773	-0.289	٤ ملحه	41
0.394	-0.853	0.414	0.818	٣١ كولدره كبير	91	0.000	4.427	0.651	0.452	٣ مامه وعلي غير	42
0.637	-0.472	0.641	-0.466	٤٠ التون كوبري جنوبي	92	0.104	-1.626	0.341	-0.953	٥ محكور	43
0.626	-0.488	0.946	-0.067	٥٢ قيا باشي	93	0.409	-0.825	0.412	-0.821	٦ المنسيه	44
0.663	0.436	0.867	-0.167	٥١ صوب آرپيل	94	0.305	1.026	0.412	-0.821	٧ ربيضة	45
0.884	0.145	0.513	-0.654	١٨٢ صاري جم صغير	95	0.056	1.915	0.505	-0.667	٨ كبييه	46
0.820	-0.228	0.495	-0.682	١٨٣ صاري جم كبير	96	0.841	-0.200	0.341	-0.953	٦ قره دره	47
0.492	0.687	0.152	1.432	٤٢ كورزبي	97	0.391	-0.858	0.878	-0.153	١ مشيرفه	48
0.432	-0.214	0.450	0.023	المعدل		0.470	0.723	0.725	-0.352	٢ ابو خرجه	49

المصدر: اعتماداً على تطبيق أداة Hot Spot Analysis (Getis – Ord Gi)، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

خريطة (٣) البقع الساخنة والباردة لمحصول الشعير



خريطة (٢) البقع الساخنة والباردة لمحصول القمح



المصدر: اعتماداً على جدول (٣)، باستخدام برنامج ARC GIS10.8 .

تُظهر الخريطتان (٢) (٣) تبايناً واضحاً في النمط المكاني لإنتاج القمح والشعير، إذ يبدو القمح أكثر استقراراً وانتظاماً، بينما يظهر الشعير بنمط متقطع ومحدود. فخرطة القمح تكشف تجمعات ساخنة واضحة في الجزء الجنوبي والغربي من منطقة الدراسة بدرجات ثقة عالية (٩٩%-٩٥%)، وهو ما يعكس مناطق إنتاجية مترابطة مكانياً ويميل فيها القمح إلى التشكل ضمن كتل متجاورة. ويرتبط هذا النمط بتوافر ترب ملائمة، وانحدارات بسيطة، وأسطح فيضية أو متموجة خفيفة، إضافة إلى تفضيل السكان للقمح بوصفه محصولاً اقتصادياً أساسياً، مما يخلق تجمعات إنتاجياً حقيقياً لا يظهر بالصدفة.

في المقابل، تُظهر خريطة الشعير تجمعات ساخنة محدودة في الغرب والجنوب الغربي فقط، بينما تتوزع بقية المقاطعات ضمن النطاق غير الدال، ما يشير إلى غياب نمط مكاني واضح لهذا المحصول. ويعزى ذلك إلى كون الشعير أقل جدوى اقتصادية، وعدم استقرار زراعته في معظم أجزاء المنطقة، فضلاً عن اختلاف خصائص التربة والسطح التي لا تمنح الشعير ظروفأً متجانسة تسمح بظهور تجمعات واسعة. كما أدى تراجع الإرث الزراعي المتعلق بزراعته إلى بقاءه محصوراً في جيوب ريفية صغيرة ذات ظروف بيئية خاصة. وبذلك تتكامل الصورتان لتوضيح أن القمح يمتلك نمطاً إنتاجياً متجمعاً وقابلاً للتفسير المكاني، في حين يظهر الشعير بنمط عشوائي أو محدود، يعكس ضعف أهميته الزراعية وتفاوت ملاءمته البيئية عبر الإقليم.

### ١. تحليل التجمعات والقيم الشاذة باستخدام مؤشر موران المحلي (Anselin Local Moran's I)

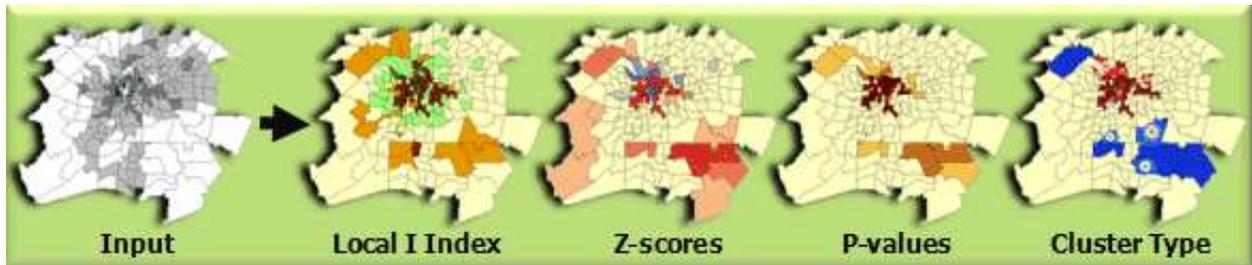
تعدّ أداة Cluster and Outlier Analysis (Anselin Local Moran's I) وسيلة دقيقة لكشف البنية المكانية للطواهر، إذ تُظهر مواقع التجمعات المتجانسة من القيم المرتفعة High-High أو المنخفضة Low-Low، وكذلك القيم الشاذة التي تختلف عن محيطها من نوع High-Low أو Low-High. هذه الأداة فهماً أعمق لدرجة التجانس أو التباين المكاني بين الوحدات المجاورة. وتختلف عن أداة Getis-Ord Gi\* التي تكتفي بتحديد البقع الساخنة والباردة عبر قياس التجمع العام للقيم، دون الكشف عن القيم غير المنسجمة. لذلك يوفر Local Moran's I تحليلاً أكثر تفصيلاً للبنية الداخلية للتجمعات من خلال بيان طبيعة العلاقة بين كل وحدة مكانية وجوارها، بينما يقدّم Gi\* صورة عامة لمناطق الارتفاع والانخفاض فقط. وتحتسب قيمة المؤشر وفق المعادلة الآتية (Cliff, & Ord, 1981, p10-12)

$$I_i = ((X_i - \bar{X}) / S^2) \times \sum_j [w_{ij} \times (X_j - \bar{X})]$$

I = تكتل القيم الموجبة او السالبة.  
 $\bar{X}$  = القيمة المتوسطة للظاهرة.  
 $X_i$  = قيمة المعلم المدروس.  
 $X_j$  = قيمة المعلم المجاورة.  
 $w_{ij}$  = وزن التجاور.

اذ تم حساب القيمة Z لمعرفة درجة الثقة التي يتمتع بها نموذج التباين المكاني لإنتاج محصولي القمح والشعير فتظهر نتائج التحليل بعد عملية المعالجة الرقمية بعد ان تمر بمراحل إحصائية عدة تبين قيمة تباين المحصول كما في الشكل (٣). وبذلك تظهر النتائج في الجدول (٤) (٥) والخريطة (٤) (٥).

شكل (٣) المراحل الإحصائية التي يمر بها التحليل العنقودي بطريقة Moran's I



المصدر: اعتماداً على بيئة برنامج ARC GIS.

جدول (٤) قيم تحليل موران لإنتاج القمح في منطقة الدراسة

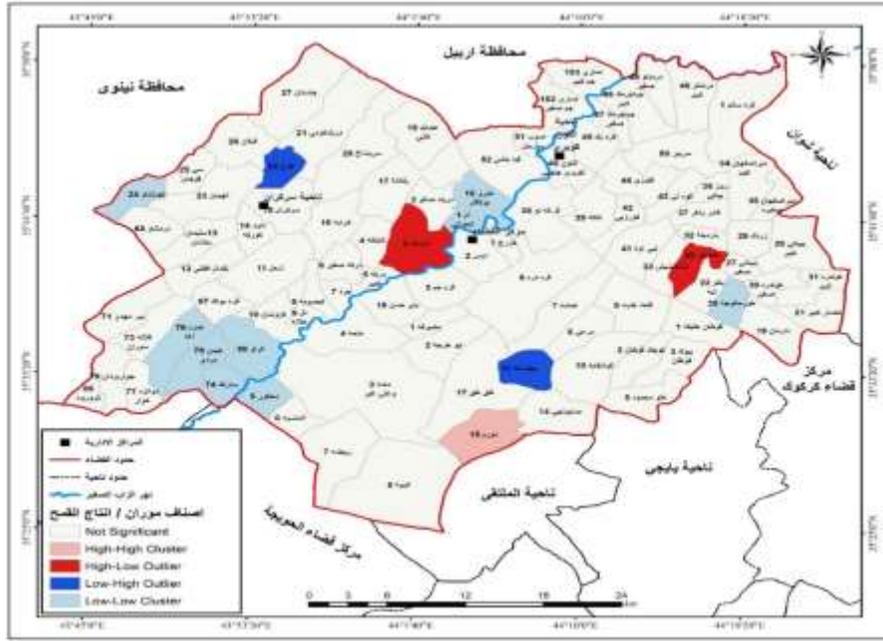
LMiPValue	LMiZScore	LMiIndex	المقاطعة ورقمها	ت	LMiPValue	LMiZScore	LMiIndex	المقاطعة ورقمها	ت
0.27200	0.31901	0.00020	٥ دركه كبير	50	0.33800	-0.02586	-0.00001	١ خزرج	1
0.01400	-3.14710	-0.00049	٦ دركه صغير	51	0.41600	0.00881	0.00000	٢ دبس	2
0.46000	-0.10846	0.00000	٧ جرد	52	0.13400	-0.86045	-0.00033	٣ قره جم	3
0.25000	-0.55701	-0.00022	٨ كيسومه	53	0.01600	1.25790	0.00029	١٨ باي حسن	4
0.20200	0.85460	0.00037	٩ تل هلاله	54	0.35000	0.50767	0.00019	٤ ملحه	5
0.10000	1.05815	0.00012	١٠ كزوشان	55	0.37000	0.49894	0.00009	٣ مامه و علي غير	6
0.49000	-0.22673	-0.00004	٥٠ كراو	56	0.39200	0.02763	-0.00006	٥ محكور	7
0.12600	-1.03675	-0.00038	٧٤ سارتك	57	0.11600	-1.02817	-0.00002	٦ المنسيه	8

0.47000	-0.22309	-0.00035	٧٥ هيمن مردي	58	0.14200	0.85359	0.00011	٧ ريبيضة	9
0.12800	1.01479	0.00026	٧٧ دوانزه هوار	59	0.33200	0.52135	0.00015	٨ كيبية	10
0.09400	1.20323	0.00030	١٥ سركران	60	0.42200	-0.38553	-0.00007	٦ قره دره	11
0.01800	3.82577	0.00062	١١ شحل	61	0.22400	-0.40896	-0.00014	١ مشيرفه	12
0.07000	-1.65625	-0.00010	١٤ داود كوركه	62	0.14400	0.86828	0.00016	٢ ابو خرجه	13
0.04400	-2.03401	-0.00006	٢٢ فوج	63	0.21600	0.77219	0.00036	١٧ طق طق	14
0.29600	-0.56657	-0.00023	١ قره سالم	64	0.19800	0.79350	0.00021	١١ جغماغه	15
0.33000	-0.17878	-0.00005	٤٨ درمناو كبير	65	0.01000	1.69047	0.00073	٧ عمشه	16
0.11200	1.02220	0.00029	٤٩ درمناو صغير	66	0.21800	-0.70908	-0.00009	٨ مرعي	17
0.27400	0.66328	0.00018	٤٦ جياجرمك كبير	67	0.02000	1.51029	0.00038	٩ قلعه هلبت	18
0.49800	0.16527	0.00006	٤٧ جياجرمك صغير	68	0.40000	0.43585	0.00017	١ قوطان خليفة	19
0.45800	-0.24568	-0.00009	٤٥ قره بك	69	0.04600	1.22549	0.00077	٣ بيوك قوطان	20
0.14600	0.99583	0.00039	٣٨ قرغه نو	70	0.25000	-0.69183	-0.00002	٢ كوجك قوطان	21
0.49800	-0.20695	-0.00003	٣٩ كتكه	71	0.46600	0.27845	0.00004	١٠ قوشقايه	22
0.22400	0.56464	0.00047	٤٤ كلوزي	72	0.01800	-1.46571	-0.00075	٥ علو محمود	23
0.23400	0.50924	0.00020	٥٠ سرير	73	0.24400	-0.39204	-0.00002	١٤ صابونجي	24
0.41600	0.09882	0.00001	٤٣ كوه ني	74	0.38600	0.42364	0.00015	١٥ دورم	25
0.35600	0.41543	0.00008	٣٦ روز بياني	75	0.33800	0.53432	0.00001	٢٧ جاستان	26
0.25200	-0.70592	-0.00008	٣٤ ميراصفهان كبير	76	0.23200	0.76307	0.00036	٢٦ قيلان	27
0.23400	-0.73535	-0.00014	٤١ نبي اوة	77	0.29800	0.58966	0.00024	٢٥ سي فوجان	28
0.24800	0.68803	0.00015	٣٣ شاهنشيش	78	0.34600	0.52633	0.00023	٢٤ خوشناو	29
0.28400	0.68064	0.00036	٣٧ قادر باغر	79	0.20200	0.83856	0.00028	٦٨ درمناو	30
0.12600	1.01247	0.00061	٣٢ يارمجة	80	0.00800	1.67463	0.00048	١٣ سليمان بخشان	31
0.04800	-1.34245	-0.00001	٢٥ غضنفر	81	0.03800	1.27117	0.00056	٢٣ لهيبان	32
0.10000	1.15218	0.00063	٢٢ بالو تبه	82	0.04000	1.31487	0.00048	٢١ دربندكومي	33
0.06200	1.22950	0.00055	٢٧ بيبياني صغير	83	0.37600	0.48729	0.00013	١١ بير مهدي	34
0.04800	1.26022	0.00029	٢٠ خورمالوجه	84	0.22400	0.53095	0.00043	١٢ كندال قطني	35
0.09400	1.18395	0.00039	٢٩ زردك	85	0.14200	-1.00726	-0.00055	٢٠ سرششاخ	36
0.47400	0.17295	0.00002	٣٥ ميراصفهان صغيره	86	0.08200	1.18324	0.00065	١٩ عبدالله فاني	37
0.13800	-1.01709	-0.00002	٢٨ بيبياني كبير	87	0.21400	0.80448	0.00039	١٦ خرابه	38
0.08200	1.19603	0.00062	٣٠ كولدره صغير	88	0.23000	0.71264	0.00026	٧٣ قلانه سوران	39
0.20200	0.84880	0.00026	١٩ دارمان	89	0.14600	0.97719	0.00012	٦٧ قره بوتك	40
0.21600	0.77584	0.00012	٢١ حصار كبير	90	0.13600	1.10989	0.00024	١٨ خيرو بولاقلر	41
0.16600	0.87010	0.00006	٣١ كولدره كبير	91	0.24800	0.55112	0.00046	١٧ بلكانة	42
0.47600	0.08554	0.00002	٤٠ التون كويري جنوبي	92	0.00600	1.36240	0.00058	٧٦ همزه اغا	43
0.19800	-0.76619	-0.00017	٥٢ قيا باشي	93	0.34200	0.53859	0.00018	٣ دربند صالو	44
0.23600	-0.50587	-0.00002	٥١ صوب آريل	94	0.15400	0.74153	0.00008	١ أم الحوالي	45
0.47000	-0.15016	-0.00007	١٨٢ صاري جم صغير	95	0.26600	0.32720	0.00017	٧٩ جواربردان	46
0.39800	-0.00467	0.00000	١٨٣ صاري جم كبير	96	0.18600	-0.85277	-0.00045	٨٠ كروروه	47
0.18800	-0.77734	-0.00013	٤٢ كورزبي	97	0.27600	0.62425	0.00021	٢ شناغه	48
					0.20800	-0.61839	-0.00005	٤ كابلکه	49

المصدر: اعتماداً على تطبيق أداة (Anselin Local Morans I) Cluster and Outlier Analysis، باستخدام برنامج ARC

.GIS10.8

خريطة (٤) أصناف موران لإنتاج القمح في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على جدول (٤)، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

يعكس الجدول (٤) والخريطة (٥) تبايناً مكانياً واضحاً اعتماداً على الفئات الواردة في مفتاح الخريطة. إذ تكشف عناقيد الارتفاع High-High Cluster عن مقاطعات مرتفعة الإنتاج مثل (مقاطعة رقم ٢) و(مقاطعة رقم ٢٥) القريبة من مجرى نهر الزاب الصغير، وهي مناطق تستفيد من التربة الغرينية الخصبة وتوفر الري المستمر، ما يعزز إنتاجية القمح بشكل ملحوظ. في المقابل، تشكل عناقيد الانخفاض Low Cluster مثل (مقاطعة رقم ٥٠) و(مقاطعة رقم ٧١) مناطق منخفضة الإنتاج، ويعود ذلك إلى سيادة الترب الجبسية والملحية، وارتفاع التبخر، وضعف مصادر الري السطحي، إضافة إلى اعتمادها الأكبر على الأمطار المتذبذبة. أما المقاطعات الشاذة High-Low Outlier مثل (مقاطعة رقم ١١)، فتُظهر إنتاجاً مرتفعاً مقارنةً بمحيط منخفض الإنتاج، ويرتبط ذلك غالباً بتحسين خدمات الري أو استخدام أصناف بذار ذات كفاءة أعلى. وعلى العكس، فإن Low-High Outlier مثل (مقاطعة رقم ١٥) تمثل مقاطعات منخفضة الإنتاج رغم إحاطتها بمناطق عالية الإنتاج، ما يشير إلى مشكلات محلية مثل ملوحة التربة، صعود المياه الجوفية، أو ضعف العناية الزراعية. وبصورة عامة، يوضح التحليل أن النمط المكاني لإنتاج

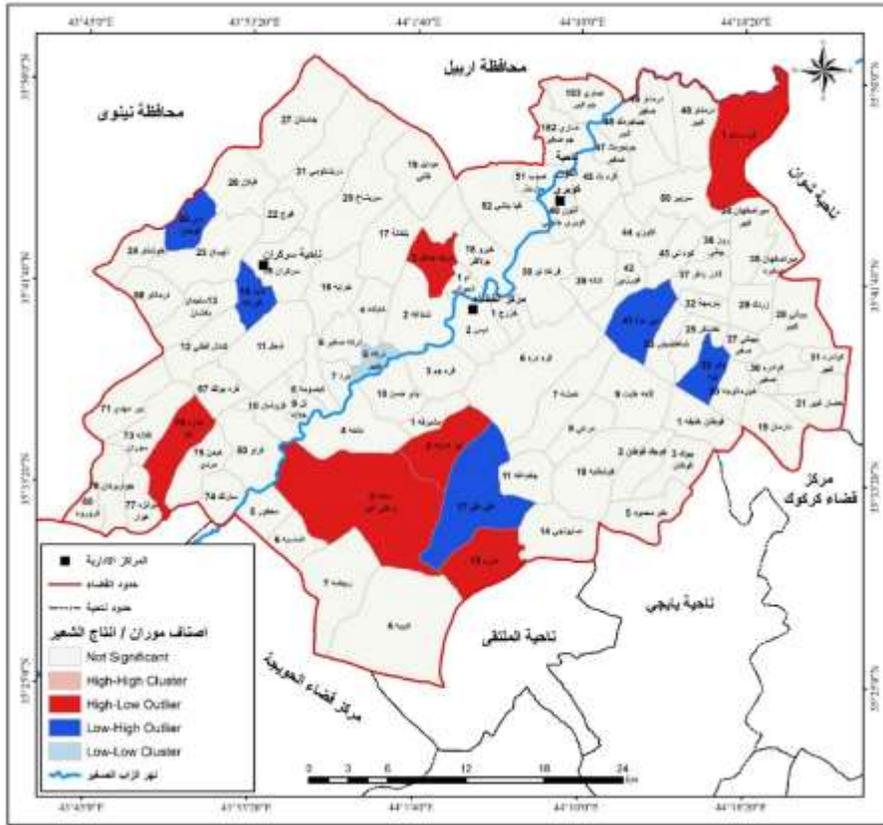
القمح في قضاء الدبس يتأثر مباشرة بالعوامل الطبيعية والبشرية؛ فالمقاطع المحاذية للزاب الصغير ذات التربة الرسوبية والرطوبة الأفضل تُظهر أعلى مستويات التجمع الإنتاجي.

جدول (٥) قيم تحليل موران لإنتاج الشعير في منطقة الدراسة

LMiPValue	LMiZScore	LMiIndex	المقاطعة ورقمها	ت	LMiPValue	LMiZScore	LMiIndex	المقاطعة ورقمها	ت
0.028	-2.6463	-0.0005	٥ دركه كبير	50	0.38	0.48186	0.00006	١ خزرج	1
0.142	0.9453	0.0002	٦ دركه صغير	51	0.072	2.04346	0.00035	٢ دبس	2
0.244	0.7363	0.0002	٧ جرد	52	0.006	-3.91853	-0.00088	٣ قره جم	3
0.106	1.0211	0.0003	٨ كيصومه	53	0.412	0.65013	0.00011	١٨ باي حسن	4
0.27	-0.5251	-0.0001	٩ تل هلاله	54	0.054	-2.22722	-0.00054	٤ ملحه	5
0.35	-0.1475	0.0000	١٠ كزوشان	55	0.124	1.14197	0.00117	٣ مامه وعلي غير	6
0.25	0.7988	0.0002	٥٠ كزوا	56	0.246	0.57389	0.00092	٥ محكور	7
0.058	1.1572	0.0003	٧٤ سارتك	57	0.394	0.65629	0.00012	٦ المنسيه	8
0.092	1.0820	0.0002	٧٥ هيمن مردي	58	0.444	0.23925	0.00005	٧ ريضه	9
0.254	0.8208	0.0002	٧٧ دوانزه هوار	59	0.092	-1.61281	-0.00040	٨ كيبه	10
0.372	0.6998	0.0001	١٥ سركران	60	0.228	0.83351	0.00015	٦ قره دره	11
0.002	-0.4842	-0.0004	١١ شحل	61	0.402	0.64378	0.00009	١ مشيرفه	12
0.002	-4.3365	-0.0011	١٤ داود كوركه	62	0.494	0.30320	0.00006	٢ ابو خرجه	13
0.168	-0.5743	-0.0001	٢٢ قوج	63	0.426	0.40610	0.00010	١٧ طق طق	14
0.002	-0.4578	0.0000	١ قره سالم	64	0.264	-0.49165	-0.00011	١١ جفعاغه	15
0.334	0.0494	0.0000	٤٨ درمنان كبير	65	0.45	0.35765	0.00011	٧ عمشه	16
0.422	0.4331	0.0001	٤٩ درمنان صغير	66	0.358	0.07049	0.00001	٨ مرعي	17
0.494	-0.3032	0.0000	٤٦ جياجرمك كبير	67	0.002	-1.27580	-0.00036	٩ قلعه هلبت	18
0.336	0.5859	0.0002	٤٧ جياجرمك صغير	68	0.002	-0.90602	-0.00028	١ قوطان خليفه	19
0.458	0.3764	0.0001	٤٥ قره بك	69	0.356	0.54155	0.00018	٣ بيوك قوطان	20
0.2	0.8878	0.0002	٣٨ قرغه تو	70	0.384	0.51865	0.00014	٢ كوچك قوطان	21
0.308	0.6334	0.0001	٣٩ كتكه	71	0.346	0.69313	0.00014	١٠ قوشقايه	22
0.186	0.9042	0.0001	٤٤ كلوزي	72	0.238	0.75713	0.00020	٥ علو محمود	23
0.186	0.7786	0.0006	٥٠ سربر	73	0.128	0.95768	0.00025	١٤ صابونجي	24
0.238	0.5182	0.0002	٤٣ كوه ني	74	0.026	1.31046	0.00045	١٥ دورم	25
0.284	0.4227	0.0001	٣٦ روز بياني	75	0.468	0.25006	0.00008	٢٧ جاستان	26
0.394	0.0865	0.0000	٣٤ ميراصفهان كبير	76	0.192	0.87394	0.00035	٢٦ قبالان	27
0.05	-1.9144	-0.0005	٤١ نبي اوة	77	0.332	-0.13250	-0.00009	٢٥ سي قوجان	28
0.31	0.2167	0.0004	٣٣ شاهشيش	78	0.5	-0.26141	-0.00012	٢٤ خوشناو	29
0.208	-0.6418	-0.0002	٣٧ قادر ياغر	79	0.218	-0.60634	-0.00017	٦٨ درمانو	30
0.12	-1.2509	-0.0005	٣٢ يارمجة	80	0.3	0.68791	0.00018	١٣ سليمان بخشان	31
0.11	1.3986	0.0018	٢٥ غصنفر	81	0.324	0.60806	0.00016	٢٣ لهيبان	32
0.038	-2.2041	-0.0008	٢٢ پالو تبه	82	0.422	0.44450	0.00013	٢١ دربندكومي	33
0.244	-0.5436	-0.0001	٢٧ بياني صغير	83	0.306	0.59758	0.00015	٧١ بير مهدي	34
0.31	0.2201	0.0001	٢٠ خورمالوجه	84	0.13	1.27228	0.00028	١٢ كندال قطني	35
0.334	-0.2270	0.0000	٢٩ زردك	85	0.174	-0.85770	-0.00139	٢٠ سریشاخ	36
0.272	-0.1984	0.0000	٣٥ ميراصفهان صغيره	86	0.088	1.04733	0.00030	١٩ عبدالله فاني	37
0.404	-0.0620	0.0000	٢٨ بياني كبير	87	0.074	1.10007	0.00033	١٦ خرابه	38
0.2	-0.7801	0.0000	٣٠ كولدره صغير	88	0.288	0.68759	0.00017	٧٣ قلانه سوران	39
0.214	0.6179	0.0002	١٩ دارمان	89	0.216	0.81327	0.00024	٦٧ قره بوتك	40
0.162	-0.7833	-0.0001	٢١ حصار كبير	90	0.448	0.19581	0.00005	١٨ خيرو بولاقر	41
0.252	0.4471	0.0001	٣١ كولدره كبير	91	0.002	-0.46671	-0.00009	١٧ پلكاتة	42
0.48	0.2971	0.0001	٤٠ التون كوبري جنوبي	92	0.218	0.84123	0.00018	٧٦ همزه اغا	43
0.47	-0.2567	-0.0001	٥٢ قيا باشي	93	0.394	0.63353	0.00011	٣ دربند صالو	44
0.488	-0.2652	0.0000	٥١ صوب اربيل	94	0.402	0.63893	0.00009	١٨ ام الحوالي	45
0.378	0.5133	0.0001	١٨٢ صاري جم صغير	95	0.384	0.47108	0.00004	٧٩ جواربردان	46
0.328	0.5766	0.0001	١٨٣ صاري جم كبير	96	0.25	0.80895	0.00015	٨٠ كروروه	47
0.188	-0.7463	-0.0003	٤٢ كورزي	97	0.214	-0.38955	-0.00008	٢ شناغه	48
					0.002	-0.90035	-0.00050	٤ كبلكه	49

المصدر: اعتماداً على تطبيق أداة (Anselin Local Morans I) Cluster and Outlier Analysis، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

خريطة (٥) أصناف موران لاننتاج الشعير في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على جدول (٥)، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

ويلاحظ من الجدول (٥) والخريطة (٥) نمط مكاني متباين بين المقاطعات، اعتماداً على الفئات الإحصائية الواردة في مفتاح الخريطة. تُظهر فئة High-High Cluster وجود مقاطعات مرتفعة الإنتاج مثل (مقاطعة رقم ٣) و(مقاطعة رقم ٤١)، حيث تتجمع القيم العالية مكانياً، ويعود ذلك إلى قربها من مجرى نهر الزاب الصغير وما يوفره من رطوبة وتربة غرينية خصبة، فضلاً عن انخفاض تأثير الملوحة وتوفر فرص ري أفضل مقارنة بمناطق الأطراف. في المقابل، تشير Low-Low Cluster مثل (مقاطعة رقم ٧٩) و(مقاطعة رقم ٧٦) في جنوب غرب القضاء إلى تجمعات منخفضة الإنتاج، نتيجة سيادة الترب الرملية والجبسية،

وارتفاع معدلات التبخر، وتذبذب كميات الأمطار، ما يجعل محصول الشعير—الأقل تحملاً للملوحة مقارنة بالمحاصيل في بعض المواقع—أكثر عرضة لتراجع الإنتاج.

أما المقاطعات المصنفة ضمن High-Low Outlier (مقاطعة رقم ٢٥)، فهي تمثل مناطق ذات إنتاج عالٍ مقارنة بمحيط منخفض الإنتاج، ويرتبط ذلك غالباً باستخدام تقنيات زراعية أفضل، أو اعتماد أصناف بذار محسنة، أو توفر خدمات الإرشاد الزراعي. وعلى العكس، تُظهر Low-High Outlier (مقاطعة رقم ٢٢) إنتاجاً منخفضاً رغم إحاطتها بمناطق ذات إنتاج مرتفع، وهو ما يشير إلى تأثيرات محلية مثل ملوحة التربة، أو محدودية الري، أو صعود المياه الجوفية المالحة، إضافة إلى ضعف الخدمات الزراعية في تلك المواقع.

وعموماً، يبيّن تحليل موران أن إنتاج الشعير في قضاء الدبس يتأثر بدرجة كبيرة بالخصائص الطبيعية للمقاطعات، من حيث نوع التربة، ومستوى الرطوبة، وقربها من الزاب الصغير، فضلاً عن العوامل البشرية مثل مستوى الاستثمار الزراعي واستخدام البذور المحسنة. وتُظهر الخريطة أن قيم الإنتاج ترتفع كلما اقتربنا من مجاري المياه الرئيسية، وتضعف باتجاه جنوب وغرب القضاء حيث تتزايد الملوحة ويتعاظم تأثير التبخر.

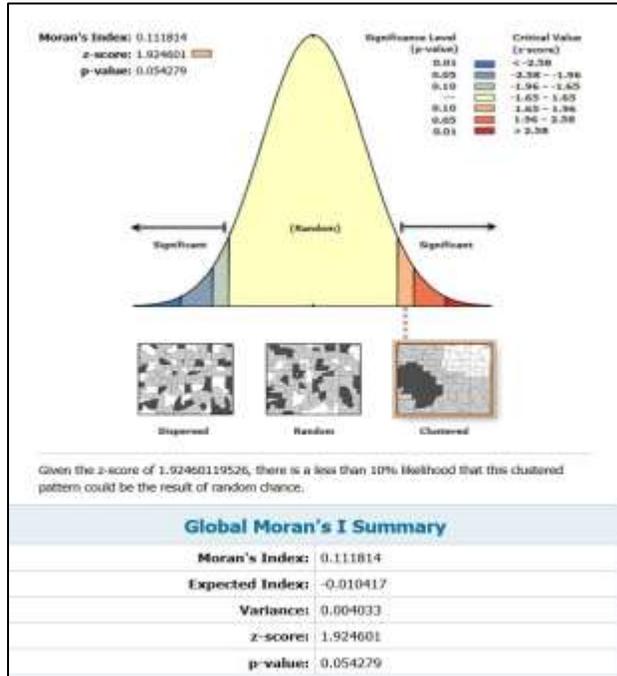
## ٢. الارتباط المكاني بحسب مؤشر موران العالمي (Global Moran's I)

تُعدّ أداة Spatial Autocorrelation (Global Moran's I) من الأدوات الأساسية في التحليل المكاني، وتهدف إلى قياس درجة الترابط المكاني للظاهرة عبر كامل مساحة الدراسة، أي تحديد ما إذا كانت القيم المكانية مرتفعة أو منخفضة تظهر بنمط متقارب (Clustered)، أو تتوزع بشكل متباعد (Dispersed)، أو لا تتبع أي نمط واضح (Random). ويعتمد المؤشر على مقارنة قيمة كل وحدة مكانية بقيم الوحدات المجاورة لها، ويُعطي في النهاية قيمة عددية واحدة تمثل نمط الإقليم ككل، بالإضافة إلى قيمة Z-وقيمة P التي تحدد مستوى الدلالة الإحصائية لهذا النمط (Heywood, And Others, 1999, P ٥٥).

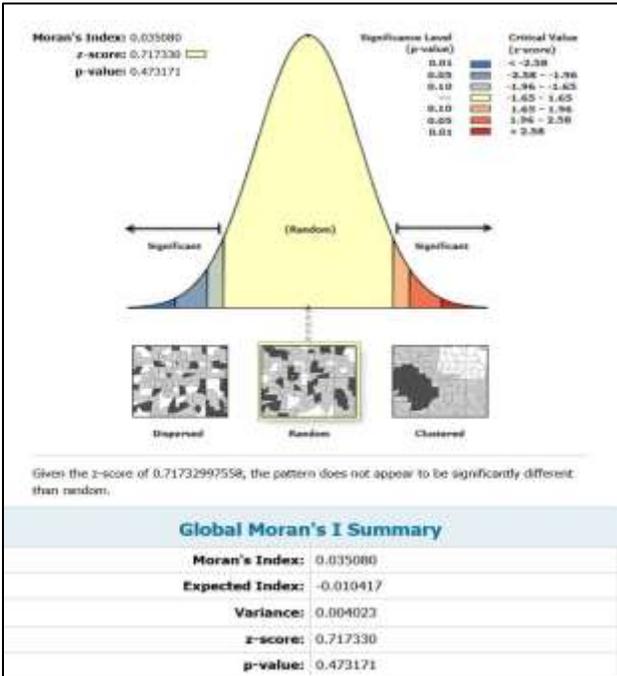
ويختلف Global Moran's I عن الأدوات الموضعية مثل Getis-Ord Gi\* و Anselin Local Moran's I بأنه يقدم تقيماً عاماً للإقليم دون تحديد أماكن التجمع أو القيم الشاذة، إذ يجيب عن سؤال واحد: "هل تمتلك الظاهرة نمطاً مكانياً أم لا؟"، بينما تتكفل الأدوات الأخرى بتحديد مواقع البقع الساخنة أو الباردة، أو مواقع التجمعات والقيم الشاذة على مستوى كل مقاطعة. وبذلك يمثل مؤشر Moran's I خطوة أساسية لاستنتاج طبيعة السلوك المكاني للظاهرة قبل الانتقال إلى التحليلات الموضعية الأكثر تفصيلاً (مجدد، ٢٠٠٨، ص ٣٣).

ومن تطبيق الأداة على إنتاج القمح والشعير في الجدول تظهر النتائج في الشكلين (٤) (٥).

شكل (٥) نمط التوزيع لانتاج الشعير



شكل (٤) نمط التوزيع لانتاج القمح



المصدر: اعتماداً على تطبيق أداة (Moran's I) Spatial Autocorrelation.

يتسق هذا التفسير مع النتائج التي أظهرها تحليل Global Moran's I، إذ كشف القمح عن نمط مكاني شبه متجمع نتيجة زراعته في مقاطعات تتشابه في خصائص التربة والانحدار والسطح، وتتمتع بخبرة زراعية متوارثة تجعل من القمح محصولاً ذا مردود اقتصادي يدفع إلى زراعته في كتل مترابطة مكانياً. أما الشعير، فقد عكس نمطاً عشوائياً في الارتباط المكاني، وهو ما ينسجم مع كونه محصولاً غير اقتصادي في المنطقة وتراجعت أهميته في الممارسة الزراعية، مما جعله يُزرع في مساحات متفرقة وغير متجانسة، وغالباً في أراضٍ هامشية تختلف في خصائصها البيئية، فغاب التجمع المكاني الدال وظهرت النتيجة ضمن النمط العشوائي الذي سجله مؤشر الارتباط المكاني.

ثامناً. العوامل المؤثرة على تباين الإنتاج الزراعي لمحصولي القمح والشعير:

١. **العامل المناخي:** يُعد المناخ في قضاء الدبس عاملاً حاسماً في نجاح المحاصيل الحقلية، إذ يقع القضاء ضمن الإقليم شبه الجاف الذي يتصف بقصر موسم الأمطار وطول فترة الجفاف (وهي ٢٠٠٠ ص ٦١ - ٦٢). وتبين بيانات محطة كركوك أن المعدل السنوي للأمطار يتراوح بين (٣٥٠-٤٢٠ ملم)، وهي كمية تُعد ملائمة لإنتاج القمح والشعير شرط انتظام الهطول خلال الموسم. ويبدأ الهطول الفعلي في تشرين الأول وتشيرين الثاني بكميات خفيفة تساعد على الإنبات، ثم يتصاعد خلال كانون الأول وكانون الثاني وشباط بمعدلات تتراوح بين (٤٠-٥٠ ملم) شهرياً، وهي المرحلة الأكثر أهمية للنمو الخضري. إلا أن تراجع الأمطار في آذار ونيسان، وانقطاعها المبكر في بعض السنوات، يؤدي إلى تقليص فترة امتلاء الحبوب، وهو ما ينعكس مباشرة على إنتاج الشعير الذي يعتمد بدرجة أكبر على توفر الرطوبة في نهاية الموسم مقارنة بالقمح. أما درجات الحرارة، فيبلغ معدلها السنوي نحو (٢٢-٢٣°م)، وهي درجات ملائمة للنمو، لكن ارتفاع الحرارة في آذار ونيسان إلى حدود (٢٠-٢٦°م) ثم تجاوزها (٣٠-٣٥°م) في أيار يسرع عملية النضج ويقلل من المدة الحرجة لامتلاء الحبوب. ويُعد الشعير أكثر حساسية لهذا الارتفاع الحراري، خصوصاً عند تزامنه مع ضعف الأمطار، مما يؤدي إلى حبوب صغيرة وضعف في الغلة النهائية. ومن ثم، ورغم أن مناخ الدبس يسمح بنجاح زراعة القمح، إلا أن الظروف المناخية ولا سيما الانقطاع المبكر للأمطار وارتفاع الحرارة في نهاية الموسم تجعل الشعير أقل ملائمة، فينحسر وجوده في مساحات محدودة ويظهر إنتاجه منخفضاً. ويزداد هذا الانخفاض في المقاطعات التي تتزامن فيها هذه الظروف المناخية مع تربة ضعيفة أو انحدارات عالية، فيتراجع الشعير مقارنة بالقمح الذي يتحمل التذبذب المطري بدرجة أفضل.

٢. **نوع التربة:** تنتشر في قضاء الدبس تربة من نوعين رئيسيين يختلف تأثيرهما في إنتاج القمح والشعير. فالتربة الأولى، وهي تربة الليثوسول مع الحجر الرملي والجبس، تعد تربة ضحلة وسريعة النفاذية وضعيفة الاحتفاظ بالرطوبة، مما يجعلها بيئة زراعية فقيرة لا تساعد على نمو المحاصيل البعلية بشكل جيد. ولهذا يأتي إنتاج القمح فيها منخفضاً بسبب حاجته لرطوبة ثابتة، بينما يكون إنتاج الشعير أفضل نسبياً لكنه يبقى محدوداً ومتذبذباً من سنة لأخرى. وكما في الخريطة (٦).

أما التربة الثانية، وهي التربة البنية ذات السمك العميق، فهي الأكثر انتشاراً في القضاء، وتمتاز بعمق كبير وقدرة جيدة على تخزين الماء وخصوبة أعلى من التربة الليثوسولية. ولذلك تسجل هذه التربة أعلى إنتاج للقمح والشعير، ويكون الإنتاج فيها أكثر استقراراً، ولاسيما محصول القمح الذي يستفيد بدرجة كبيرة من الرطوبة المخزونة في الطبقات العميقة. وبذلك فإن التباين في إنتاج الحبوب داخل قضاء الدبس يرتبط أساساً

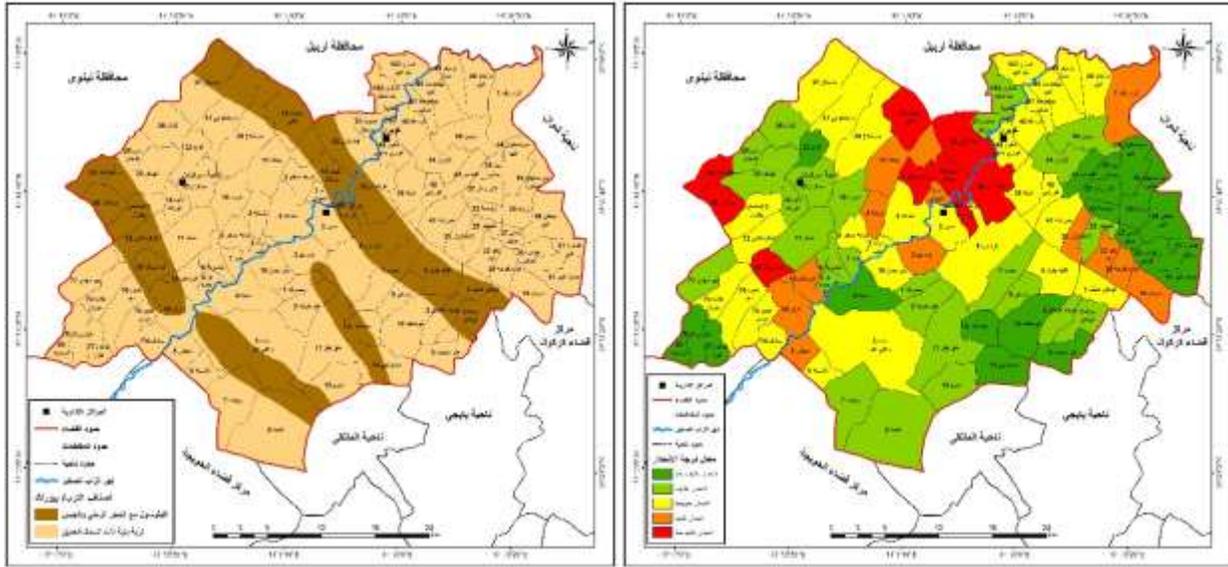
باختلاف خصائص هذين النوعين من التربة، حيث ترتبط التربة العميقة بالإنتاج الأعلى، والليثوسولية بالإنتاج الأدنى ( Buringh ,1960,P 301 ).

٣. **درجة الانحدار:** تُظهر الخريطة تباين ملاءمة الانحدار للزراعة في قضاء الدبس من خلال خمسة مستويات تبدأ من الانحدار الخفيف جداً وصولاً إلى الانحدار الشديد. ويتضح من توزيع الاصناف أن المساحات الأكبر داخل القضاء تقع ضمن الانحدارات الخفيفة جداً والخفيفة، وتمتاز هذه المناطق بسطوح شبه مستوية تسمح بسهولة تنفيذ العمليات الزراعية، كما تساعد على بقاء مياه الأمطار مدة أطول داخل التربة دون أن تتجه بسرعة نحو الجريان السطحي، مما يجعلها الأكثر ملاءمة لزراعة القمح والشعير (علي و سلمان ، ٢٠٢٣ ، ص ٦٠)

أما المناطق التي يظهر فيها الانحدار المتوسط، فهي أقل انتشاراً، وتتركز غالباً على حافات التلال ومناطق الانتقال بين السهول والمرتفعات، ورغم إمكانية الزراعة فيها، إلا أن فقدان جزء من مياه الأمطار بالجريان يزيد من حساسية المحاصيل، خصوصاً القمح الذي يحتاج إلى رطوبة أعلى. وتأتي بعد ذلك مناطق الانحدار الشديد والمتوسط الشديد، وهي محصورة في أجزاء محدودة، خصوصاً شمال شرق القضاء وبعض السفوح الشرقية والغربية. وتعد هذه المناطق الأقل ملاءمة للزراعة البعلية بسبب سرعة جريان المياه وضعف استقرار التربة، مما يؤدي إلى تآكلها وتراجع كفاءتها الإنتاجية. وكما في الخريطة (٧).

خريطة (٧) ملاءمة درجة الانحدار في منطقة الدراسة

خريطة (٦) أنواع التربة في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على تصنيف بيورنك عام ١٩٥٨. وانموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8.

تاسعاً. **تحليل العلاقة الإحصائية بين العوامل وإنتاجية محصولي القمح والشعير:**

تُظهر نتائج التحليل الإحصائي في قضاء الدبس أن العوامل الطبيعية تلعب دوراً متفاوتاً في تحديد مستوى إنتاج القمح والشعير، إذ يكشف معامل الارتباط عن قوة واتجاه العلاقة بين كل عامل والإنتاج الفعلي

للمحصولين. ويبرز الانحدار بوصفه العامل الأكثر تأثيراً، إذ بلغت قيمة الارتباط بينه وبين إنتاج القمح (-0.78)، وهي علاقة سلبية قوية تدل على أن زيادة الانحدار تؤدي إلى انخفاض واضح في الإنتاج، نتيجة تسارع الجريان السطحي وفقدان مياه الأمطار وضعف قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة، وهي عناصر حاسمة لنمو القمح. أما الشعير فقد بلغ ارتباطه بالانحدار (-0.51)، وهو ارتباط سلبي متوسط القوة، ما يشير إلى أن الشعير أقل حساسية من القمح تجاه تأثير الانحدار، لكنه يتضرر أيضاً عند زيادة الميل وتراجع رطوبة التربة (احمد وسلمان، ٢٠٢٣، ص١٦٦). وفي المقابل، يُعد نوع التربة عاملاً مهماً آخر، غير أن تأثيره يأتي بالمرتبة الثانية بعد الانحدار. فقد بلغت قيمة الارتباط بين نوع التربة وإنتاج القمح (0.50)، مما يعكس الدور الحيوي للتربة العميقة والبنية في رفع الإنتاج، مقابل انخفاضه في المناطق التي تسودها التربة الليثوسولية الضحلة. وينطبق الأمر ذاته على الشعير الذي بلغ معامل الارتباط بين إنتاجه ونوع التربة (0.42)، وهي علاقة إيجابية متوسطة تشير إلى أن التحسن في خصائص التربة يرفع إنتاجه، لكنه يبقى أقل اعتماداً على خصوبة وعمق التربة مقارنة بالقمح، لقدرته الأعلى على التأقلم مع الظروف الرديئة.

أما العامل المناخي فقد ظهر تأثيره أضعف العوامل الثلاثة داخل نطاق القضاء، إذ بلغت قيمة ارتباطه بإنتاج القمح (0.25)، وإنتاج الشعير (0.21)، وهي علاقات إيجابية لكنها ضعيفة. ويعود ذلك إلى أن معظم وحدات القضاء تقع ضمن نطاق مناخي واحد لا يختلف كثيراً من حيث كميات الأمطار ودرجات الحرارة، مما يقلل التباين المناخي داخل القضاء مقارنة بتباين التربة والانحدار. ورغم ذلك، يبقى المناخ محددًا عاملاً للإنتاج في مواسم الجفاف أو الوفرة، لكنه لا يفسر التباين المحلي بين القرى والوحدات الإدارية. وبذلك يتضح أن تباين إنتاج القمح والشعير في قضاء الدبس يرتبط بدرجة أساسية بالانحدار، يليه نوع التربة، في حين يلعب المناخ دوراً ثانوياً داخل حدود القضاء. كما يُلاحظ أن القمح أكثر تأثراً بهذه العوامل من الشعير، خاصة فيما يتعلق بالانحدار وعمق التربة، وهو ما يفسر التباين الواضح في الخارطة الإنتاجية بين مناطق السهول العميقة والسفوح ذات الانحدارات العالية.

#### الاستنتاجات :

١. إنتاج القمح أكثر تجمّعاً مكانياً من الشعير؛ إذ أظهرت أداة \*Getis-Ord Gi وجود بقع ساخنة قوية للقمح بثقة (95%-99%) في جنوب وغرب القضاء، بينما بلغ المتوسط العام لقيم Z للقمح (-0.214) مقابل (0.023) للشعير، مما يكشف انتظاماً أعلى للقمح.
٢. تظهر نتائج موران المحلي للقمح وجود تجمعات ارتفاع High-High في مقاطعات قرب نهر الزاب مثل (مقاطعة ٢ و٢٥)، بينما تتركز قيم الانخفاض LOW-LOW في المقاطعات الجنوبية مثل (٧١ و٥٠) بسبب التربة الجبسية والملوحة.

٣. الشعير يُظهر نمطاً عشوائياً وفق Moran's I مقارنة بالقمح؛ إذ غابت التجمعات الدالة في أكثر من 70% من المقاطعات، ما يؤكد عدم استقرار زراعته وانحصاره في جيوب ريفية محدودة
٤. للانحدار التأثير الأكبر على الإنتاج، حيث بلغت العلاقة بين الانحدار وإنتاج القمح -0.78، وبين الانحدار وإنتاج الشعير -0.51، ما يعني أن أي زيادة بالميل تؤدي مباشرة لانخفاض واضح في الإنتاج.
٥. نوع التربة ثاني أهم عامل مؤثر؛ إذ بلغ الارتباط بين التربة وإنتاج القمح 0.50، وبين التربة وإنتاج الشعير 0.42، مما يعكس تفوق الترب البنية العميقة في رفع الإنتاج مقابل تراجع المناطق الليثوسولية الجبسية. اما العامل المناخي تأثيره محدود داخل القضاء إذ وصلت قيمة الارتباط بين المناخ وإنتاج القمح 0.25 فقط، وللشعير 0.21، وهو أثر ضعيف يعكس التجانس المناخي داخل المنطقة.

#### المقترحات:

١. توجيه التوسع الزراعي نحو مناطق الترب البنية العميقة التي تظهر أعلى إنتاجية بحسب خرائط التربة والتحليل المكاني.
٢. الحد من زراعة القمح في المناطق شديدة الانحدار التي سجلت ارتباطاً سلبياً قوياً (-0.78)، واستبدالها بمحاصيل أقل حساسية مثل الشعير أو المحاصيل العلفية.
٣. تحسين إدارة مياه الأمطار في المناطق ذات الانحدارات المتوسطة عبر إنشاء سواتر ترابية وحواجز حصاد مائي لرفع كفاءة الاحتفاظ بالرطوبة.
٤. اعتماد بذور مقاومة للملوحة والجفاف في المقاطعات الجنوبية والغربية التي سجلت بقاءً بارداً وتجمعات منخفضة الإنتاج. (Low-Low)

قائمة المصادر بالإنكليزي :

1. **Ahmed, Murad Ismail; Salman, Attila Abd Al-Halim**, *Geographical Analysis of Wheat Production Marketing Centers in Kirkuk Governorate*, Journal of Kirkuk University for Humanitarian Studies, Special Issue, Supplement to Vol. 18, 2023.
2. **Al-Azzawi, Ali Abd Abbas**, *Geographic Information Systems (GIS): Foundations and Applications*, Ibn Al-Atheer House for Printing and Publishing, University of Mosul, 2009.
3. **Ali, Mahmoud Badr; Salman, Aliaa Hussein; and Ali, Muthanna Fadhil**, *An Analytical Study of Selected Natural and Human Indicators Affecting Food Security in Iraq*, Journal of Kirkuk University for Humanitarian Studies, Vol. 7, No. 3, 2023.
4. **Aziz, Ahmed Ibrahim**, *Spatial Analysis of Agricultural Land Use in Taza Sub-district, Kirkuk Governorate*, Unpublished Master's Thesis, College of Education for Humanities, University of Mosul, 2015.
5. **Buringh, P.**, *Soil and Soil Conditions in Iraq*, H. Veenman and Zonen N.V., Wageningen, The Netherlands, 1960.
6. **Cliff, A. D., and Ord, J. K.**, *Spatial Processes: Models and Applications*, London: Pion, 1981.
7. **de Smith, Michael J., and Goodchild, Michael F.**, *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*, New York, 2009.
8. **Hamad Alawi Mohammed, Mohammed Atiyah Saleh**, Climatic Requirements and Accumulated Heat Indices of Maize Crop in Al-Hawija District, Tikrit University Journal for Humanities, Vol. 6, No. 31, 2024. DOI: <https://doi.org>
9. **Heywood, Ian, et al.**, *An Introduction to Geographic Information Systems*, New York, 1999.
10. **Mohammed, Wissam Al-Din**, *Fundamentals of Geographic Information Systems*, Alexandria University, 2008.
11. **Standard Deviation**: In statistics, the standard deviation is one of the most widely used measures of dispersion around the mean, indicating the extent to which data values spread within a statistical dataset.
12. **Wahbi, Saleh Mahmoud**, *Principles of Agricultural Geography*, First Edition, Damascus, 2000.