التحليل الاقتصادي لاستجابة محصول الخس للسماد النيتروجيني

■ د.نوري مسعود البي* ■ أ. فريدة عمر فهيد ** ■ أ. فتحية على اسبيقة ***

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى تحديد الكمية المُثلي من الأسمدة النيتروجينية لمحصول الخس، اعتماداً على بيانات تجربة حقلية أجريت في مركز طرابلس للبحوث الزراعية خلال سنة 2017 ، لأجل الوصول إلى هدف البحث فقد تم الاعتماد على بيانات تجربة حقلية بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) استخدمت فيها خمسة مستويات من السماد النيتروجيني في صورة يوريا (0 ، 50 ، 100 ، 150 ، 200) ، وقد جمعت البيانات من التجربة وتم تفريغها وتحليلها باستخدام برنامج ميكروسفت إيكسل Microsoft Excel، وبالتحليل الاقتصادي للنتائج المتحصل عليها من التجربة تم تقدير الكمية المُثلي من السماد النتروجيني التي تحقق الكفاءة الاقتصادية في استخدام الموارد الإنتاجية الزراعية. حيث أظهرت نتائج التحليل أن(189.15) كغم /هكتار هي الكمية المُثلي من السماد النتروجيني الواجب استخدامها والتي تم تحديدها باستخدام التحليل الاقتصادي والتي تقع ما بين المستوى 100 والمستوى 150 حققت أعلى إنتاجية ربحية قدرت بحوالي22225كجم/هكتار. لهذا من المهم التركيز على البحوث العملية والقيام بالتجارب الحقلية على جميع المحاصيل الزراعية للوصول للتوليفة المثلى للتقليل من إهدار الموارد الاقتصادية ،والعمل على الاستفادة من نتائج هذه البحوث بتطبيق المزارعين لها من خلال القنوات والبرامج الإرشادية وتعزيز التكامل بين جميع فروع النشاط الزراعي وضرورة تنمية مجالاته المختلفة لما تلعبه من دور أساسي في رفع الكفاءة الإنتاجية، إذ تعتبر هذه الأنشطة مكملة لعملية الإنتاج بالقطاع الزراعي.

الكلمات الدالة: السماد النتروجيني ، إنتاجية الخس، الكمية المثلى ،الكفاءة الاقتصادية

* عضو هيئة تدريس بقسم الاقتصاد الزراعي- المعهد العالي والمتوسط للتقنية الزراعية بالغيران

** عضو هيئة تدريس بقسم الاقتصاد الزراعي- المعهد العالي والمتوسط للتقنية الزراعية بالغيران

*** عضو هيئة تدريس بقسم الاقتصاد الزراعي، كلية الزراعة، جامعة طرابلس

المقدمـــة

تعتبر الأسمدة الكيمائية أحد العناصر الإنتاجية الزراعية المهمة التي تساهم في الرفع من مستوى الإنتاج الزراعي كماً ونوعاً. عادة ما تحتوي هذه الأسمدة على أملاح الفوسفات والبوتاسيوم والنترات والأمونيوم. وعلى الرغم من أهمية هذه الأسمدة إلا إن انحراف المعدلات المستخدمة فعلياً من الأسمدة عن المعدلات الموصى بها سيؤدي إلى تعاظم المشاكل البيئية و الاقتصادية، مما يترتب عن ذلك أيضا انخفاض كفاءة استخدام هذه العناصر. فالمستويات المرتفعة من الإنتاج وما يترتب عليها من دخل مزرعي مرتفع يمكن الحصول عليه إذا طبقت المعدلات الاقتصادية المثلى. تقدر المساحة المزروعة من الخضر في ليبيا حوالي5569 هكتارا وبلغ إنتاج ليبيا من محاصيل الخضر حوالي69.046 ألف طن سنة 2017 (منظمة الأغذية والزراعة، 2017). يتحدد أنسب معدل مربح من العناصر الإنتاجية المستخدمة عن طريق معرفة الزيادة المتوقعة في كمية الإنتاج التي يمكن تحقيقها من كل زيادة في كمية هذه العناصر، وذلك حسب قانون تناقص الغلة الذي ينص على أنه عند إضافة وحدات متتالية من عنصر إنتاجي متغير إلى عنصر إنتاجي ثابت. فإن الإنتاج يزداد في البداية بمعدل متزايد، ثم يزداد بمعدل متناقص، ثم يبدأ بعدها في التناقص (المقري وزكي، 2000). يمثل نقص البيانات والمعلومات التي تبحث في قضايا العلاقات الاقتصادية لاستخدام الأسمدة تحت الظروف المحلية من أهم العوائق التي تواجه مستعمليها والمستثمرين في المجال الزراعي في العمل على الاستثمار الأمثل في استخدام تلك الأسمدة. يهدف هذا البحث للتوصل إلى الطريقة التي يستطيع المزارع من خلالها زيادة الكفاءة الاقتصادية عن طريق معرفة أثر استخدام كميات من الأسمدة النيتروجينية في صورة وحدات فعالة على محصول الخس، ومعرفة مستويات التسميد المُثلى التي تعظم الإنتاج والعائد من هذا المحصول ، وذلك من خلال التعرف على بعض القواعد الاقتصادية المستعملة لتحديد مستوى الاستخدام الأمثل لهذه العناصر .

المشكلـة البحثيـة

يعتبر الخس (Lactuca sativia) من أهم محاصيل الخضر الورقية، حيث يمثل مصدراً غنياً بالعناصر الغذائية والفيتامينات (Abu-Rayyan و آخرون، 2004). كما إنه يعتبر من أكثر الخضروات استهلاكا وأهمية اقتصادية في العالم (Coellho وآخرون، 2005). يحتاج هذا المحصول إلى معدلات مرتفعة من النيتروجين والذي بدوره يعتبر من أكثر المغذيات تأثيرا على نمو المحصول وانتاجيته (Mahamdi وآخرون، 2014). إن إضافة

السماد النيتروجيني بكميات عالية قد يؤدي إلى تراكم النترات في الأوراق مما قد يؤدي إلى مخاطر صحية على الإنسان، والذي يعتبر سرطان المعدة أحدها (Santamaria ،2006 Du ، Walker،2007 ،1990 ،وآخرون Thomas و ، Chan2011). كما إن النترات الناتجة عن السماد النيتروجيني والتي لا يتم امتصاصها من قبل النبات، قد تساهم في تلوث المياه الجوفية بفعل كميات الغسيل التي تحدث في التربة (Gastral و Wang ،Lemaire 2002 وآخرون، 2002). إن قوام التربة الليبية الرملي وحداثة تكوينها وانعدام بنائها وانخفاض خصوبتها وقلة احتفاظها بالماء (خماج والمحظي، 2015)، بالإضافة إلى ارتفاع معدلات درجة الحرارة ، كل هذا من شأنه أن يقلل من كفاءة استخدام السماد النيتروجيني (Camberato 2017 ،). وبالتالي فإن الممارسات التي يقوم بها المزارعون للتغلب على النقص الذي يحدث في توفير الكميات المناسبة من النيتروجين للمحاصيل الزراعية والذي يكمن في إضافة كميات كبيرة للتغلب على النقص المتوقع في هذا العنصر قد لا يكون مجديا اقتصادياً ولا بيئياً على نحو سواء. ونظرا لعدم وجود دراسات محلية تبحث في توفير الكميات المثلى من النيتروجين الواجب إضافتها لمحصول الخس فلقد بات من الضروري البحث في إيجاد المعدلات السمادية مناسبة من السماد النيتروجيني تساهم في زيادة الإنتاجية وتقليل تكلفتها لتجنب النتائج السلبية للأسمدة الكيماوية والمتمثلة في تردي إنتاجية المحصول نتيجة لزيادة معدلات إضافة السماد.

منهجيـــة الـدراسة

مصادر البيانات وطرق البحث

في هذه الدراسة، تم الاعتماد على بيانات تجربة حقلية أجريت في المحطة البحثية لمركز طرابلس للبحوث الزراعية والتي تقع عند دائرة عرض 32.38^{o}شمالاً و13.10^{o} شرقاً وعند ارتفاع 95 مترا فوق مستوى سطح البحر، خلال سنة 2017 م تم تصميم التجربة وفقا لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) استخدم فيها نظام الري بالتنقيط ، تم إضافة سماد السوبر فوسفات الثنائي (46 ٪ فسفور) بمقدار 150kg/ ha لكل المعاملات والسماد البوتاسي كلوريد البوتاسيوم (50 ٪ بوتاسيوم) بمقدار 200kg/ha على ثلاث دفعات وتم إضافة سماد النيتروجين في صورة يوريا (46 ٪) لخمس مستويات والتي كانت بمعدلات (0 ، 50 ، 100 ، 150 ، 200). تم حصاد المحصول بعد مرور 90 يوما من زراعته. وقد جمعت البيانات من التجربة وتم تفريغها وتحليلها باستخدام برنامج MW-Excel.

تحديد الحجم الأمثل للمورد باستخدام المعيار الحدي

تم استخدام القاعدة الحدية لتعظيم الأرباح والمتمثل بالمعيار الحدي و الذي يشير إلى استخدام وحدات متتالية منه حتى تتساوى قيمة الناتج الحدي للمورد مع سعر الوحدة من هذا المورد (المقري وزكي ، 2000).ويتم حسابه على النحو التالي :

$$PY\ MPP = PX \quad (1)$$

أي إن

$$VMP = Px \quad (2)$$

حيث تمثلMPP الناتج الحدي للمورد X،بينما تشير PYإلى سعر الوحدة من الناتج، وتشير PXإلى سعر الوحدة من المورد المتغير، في حين تشير VMPإلى قيمة الناتج الحدي للمورد.

تقدير الكميــة المُثلــى من سماد النتروجين لمحصول الخس

لإجراء التحليل الاقتصادي تم الاعتماد على إيجاد دالة متعددة الحدود من الدرجة الثانية والتي تبين أعلى إنتاجية من الخس والتي تقابلها كمية السماد المُثلي والتي تأخذ عند تمثيلها بيانياً شكل منحنى استجابة بعائدات تناقصية. بالإمكان كتابة الصيغة الرياضية لهذه العلاقة على النحو التالي:

$$Y = a + bx + cx^2 \quad (3)$$

حيث تمثل Y الإنتاج المحصولي (كجم/ هكتار) و x كمية السماد المستهلكة(كجم/ هكتار) للحصول على الإنتاج المحصولي، aa، b و c ثوابت المعادلة.

الشرط الكافي لتعظيم الربح للسماد النتروجيني

يتمثل الشرط الكافي لتعظيم الربح للسماد النتروجيني في تناقص الناتج الحدي (الحردان،2006) . ويتحقق ذلك رياضياً بأن تكون قيمة المشتقة الأولى للناتج الحدي سالبة.

$$\frac{dMPx}{dx} = -A \quad (4)$$

حيث تمثل A قيمة المشتقة الأولى للناتج الحدي.

النتائج والمناقشة

تشكل الأسمدة بأنواعها المختلفة مصدراً مهماً وأساسياً للعناصر التي تحتاجها النباتات، فضلاً عن دورها المهم جداً في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية

والبيولوجية، وبالمقابل فإن سوء استخدامها يؤدي إلى مشاكل صحية وبيئة واقتصادية. تتمحور أهمية الأسمدة لكونها عاملا مهما يزيد من فاعلية امتصاص النبات للمواد والعناصر الغذائية من التربة مما ينعكس بالإيجاب على نمو وإنتاجية النباتات وخاصة الاقتصادية منها، وتعتبر محاصيل الخضر من المحاصيل المهمة التي يعتمد المجتمع الليبي عليها في غذائه ، ومن المهم معرفة محتوى السمادي المناسب لزيادة إنتاجية هذه المحاصيل الإستراتيجية إذ إن إضافة كميات غير مناسبة أو المطلوبة من السماد نتيجة لعدم الاستخدام الرشيد من قبل المزارعين أو المنتجين بصفة عامة ، يؤدي إلى العديد من المخاطر التي لها تأثير سلبي و أضرارا بيئية وصحية و أحيانا أخرى يعكس نتيجة سلبية تتمثل في انخفاض الإنتاجية أو موت المحصول. تم تقدير الكمية المُثلى من سماد النتروجين لمحصول الخس باستخدام و تقدير الدالة التربيعية لأجراء التحليل الاقتصادي (المعادلة رقم 5) على هذه التجربة للحصول على علاقة بين أعلى إنتاجية من الخس وكمية السماد المُثلى. تم تقدير الدالة من خلال استخدام النتائج والبيانات التي تم الحصول عليها من التجربة الحقلية والتي كانت على النحو التالي:

$$Y = 11903 + 109.03x - 0.2879x^2 \quad (5)$$
$$R^2 = 0.80$$

حيث إن

Y = كمية إنتاج الخس (كجم/ هكتار).

x= كمية السماد النيتروجين (كجم/ هكتار).

وتبين أن معامل التحديد (R^2) يساوي 0.80 وهذا يعني أن ما نسبته 08 ٪ من التغيرات في انتاج الخس تكون بدلالة التغيرات في كمية الأسمدة المستخدمة.

ولتقدير الكمية المثلى من السماد تم الحصول على الناتج الحدي، وذلك عن طريق إيجاد المشتقة الأولى لدالة الإنتاج (المعادلة رقم 5) بالنسبة لعنصر السماد فكانت كما يلي :

$$MP = 109.03 - 0.5758x \quad (6)$$

تم الاعتماد على السعر الرسمي للخس لسنة 2018 (3000) دينار للطن أي (3) دينار للكيلو جرام، وذلك حسب الأسعار السائدة في أسواق الخضار المحلية في ليبيا خلال

فترة إجراء التجربة ، كما اعتمد سعر كيلو السماد 0.75 دينار للكيلو جرام (الهيئة العامة للزراعة،2017)، أي ما يعادل 0.345 دينار لكل وحدة نيتروجين، ومنها يمكن تطبيق الشرط الضرورى المعظم للربح وذلك بالتعويض في المعادلة رقم 6، كما يلي:

$$(109.03 - 0.5758x)3 = 0.345$$

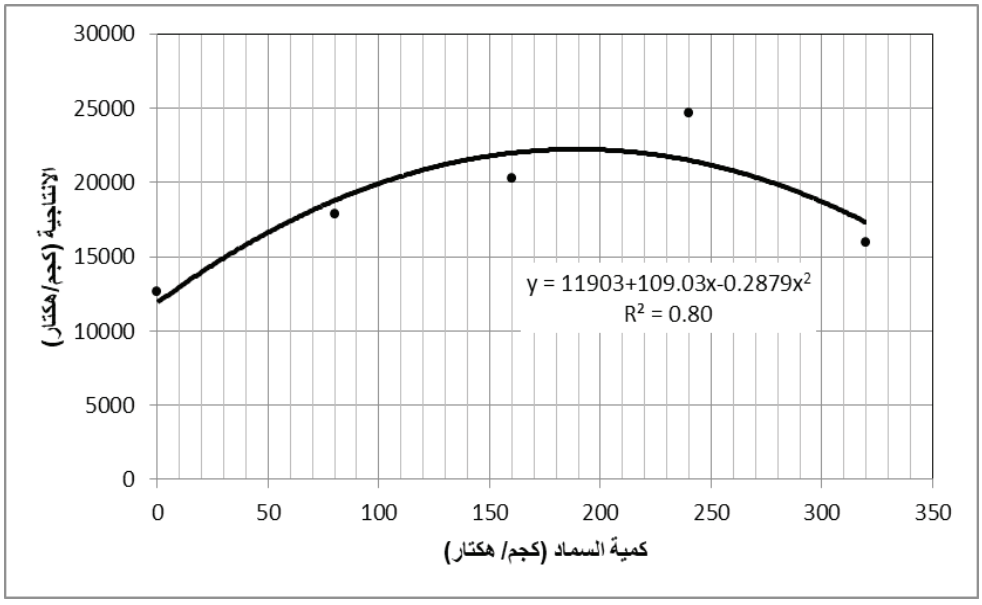
$$x = 189.15$$

إن المعدلات السمادية المُثلى وفقاً لمستوى الأسعار بلغت نحو 189.1 كجم نيتروجين للهكتار وهي التي تعظم الإنتاج. وعليه فإن أي معدلات سماد أكبر من 189.15 كجم نيتروجين للهكتار تعتبر معدلات غير اقتصادية وغير آمنة على البيئة بالنسبة لظروف التجربة ،و ذلك على اعتبار أنها كميات فائضة عن احتياج المحصول.

وفيما يتعلق بتقدير الشرط الكافي لتعظيم الربح للسماد النتروجيني، فإن الشرط الكافي لتعظيم الربح للسماد النتروجيني يكمن في تناقص الناتج الحدي ويتحقق ذلك رياضياً بأن تكون قيمة مشتقة الناتج الحدي سالبة، أي أن:

$$\frac{dMP_x}{dx} = -0.58 \quad (7)$$

وهذه النتيجة السالبة تحقق الشرط الكافي وهذا يعني أن كمية السماد النتروجيني تحقق الكفاءة الاقتصادية.



الشكل (1). تأثير إضافة مستويات مختلفة من السماد النيتروجيني على إنتاجية الخس.

الخلاصة

أظهرت النتائج المتحصل عليها ارتفاع إنتاجية الخس مع الزيادة في معدلات الإضافة من السماد النيتروجيني، غير إن الزيادة في الإنتاجية الناتجة عن إضافة كل وحدة من السماد المضاف كان أقل من سابقتها. أمكن تمثيل العلاقة بين الإنتاجية المحصولية وكمية السماد في شكل علاقة غير خطية متعددة الحدود من الدرجة الثانية، خصوصا في الجزء العلوي منها عند اقتراب الإنتاجية المحصولية من قيمتها القصوى بإضافة المزيد من السماد النيتروجيني. تم تحليل هذه الدالة تحليلاً كافياً بربطها بالعوامل الاقتصادية بحيث أعطت نتائج واعدة أمكن من خلالها تحديد الكمية المثلى من السماد النيتروجيني الذي يضمن الإنتاجية المثلى من الخس .أظهرت النتائج أن إضافة189.15 كجم نيتروجين للهكتار يعظم الإنتاج. وعليه فإن أي معدلات سماد أكبر من 189.15 كجم نيتروجين للهكتار تعتبر معدلات غير اقتصادية. وعلى الرغم من أهمية النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة إلا إن هناك ضرورة في التوسع في إجراء العديد من الأبحاث على أنواع مختلفة من الأسمدة وعلى محاصيل متنوعة وتحت ظروف بيئية متباينة. كما توصي الدراسة بالعمل على توعية المزارعين بأهمية التسميد في توفير العناصر الغذائية التى تؤثر في إنتاجية المحاصيل، وكذلك باتباع الإدارة السليمة للتقنيات الحديثة المتبعة في تسميد المحاصيل لضمان زيادة الإنتاج في وحدة المساحة والتقليل من تكلفتها الاقتصادية وتفادياً لأضرارها البيئية. إن تفعيل دور الأجهزة الإرشادية ومشاركتها في ترشيد المزارعين باستعمال المعدلات المثلى للتسميد وتطبيقها سيسهم بدرجة كبيرة من رفع الكفاءة الإنتاجية وتحقيق أكبر دخل ممكن.

قائمة المراجع والمصادر

1 .المراجع العربية :

1 .الحردان. محمد إبراهيم ،(2006)، تحليل اقتصادي لاستجابة إنتاج القمح للسماد النيتروجيني وكمية البذور ، مجلة الأنبار للعلوم الزراعية ،العدد 2 ، ص 267

2 .المقري. عامر الفيتوري ، زكي. مراد موسي،)2000(اقتصاديات الإنتاج الزراعي ، منشورات جامعة الفاتح ، طرابلس – ليبيا ، ص 43 – 86

3 .الهيئة العامة للزراعة. (2017). نشرة الأسعار للهيئة العامة للزراعة.

4 .خماج .أحمد إبراهيم ، المنتصر. جمعة المحطي (2015) ، مؤشرات استهلاك المياه لبعض المحاصيل في شمال غرب ليبيا ، (طرابلس: منشورات المجلة الليبية للعلوم الزراعية) ، العدد 1-2

5 .منظمة الأغذية والزراعة (2017).(FAO،المجلد السنوي الاحصائي http://faostat.fao.org

2.المراجع الأجنبية :

1. Abu-Rayyan A, Kharawish BH, Al-Ismail K. (2004). Nitrate content in lettuce (Lactuca sativa l.) heads in relation to plant spacing, nitrogen form and irrigation level. J. Sci. Food. Agri 84: 931936-.

2. Camberato. J. (2017). Improving the Efficient Use of Urea- Containing Ferilizers. ag.purdue.edu/agry/extension/Documents/SoilFertility/Urea-containing fertilizers.

3. Coelho AFS, Gomes EP, Sousa AP, Gloria MBA. (2005). Effect of irrigation level on yield andbioactive amine content of American lettuce. J. Sci. Food. Agric 85: 10261032-.

4. Du ST, Zhang YS, Lin XY. (2007). Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implications to human health. Agr. Sci. China 6 (10): 12461255-.

5. Gastral F, Lemaire G. (2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. J. Exp. Bot 53: 789799-.

6. M'hamdi. M, Boughattas. I, Chikh-Rouhou. H, Souhli. E and Bettaieb .T. (2014). Effect of different levels of nitrogen fertilizer on morphological and physiological parameters and nitrates accumulation of lettuce cultivars (Lactuca sativa L.). Research in Plant Biology, 4(4): 2738-.

7. Santamaria P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, concentration, intake and EC regulation. J. Sci. Food. Agric 86: 1017-.

8. Thomas Y, Chan K. (2011). Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia.Toxicology letters 200: 107108-.

9. Walker R. (1990). Nitrates, nitrites and N- nitrosocoumponds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. Food. Addit. Contam 7: 717768-.

10. Wang, Z.H., Zong Z.Q., Chen B.M., (2002). Nitrate accumulation in vegetables and its residual in vegetable fields. Environ. Sci 23: 7983-.