وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعـــــــــة ديـــــــــالى
كليـــــــــة الزراعـــــــــة
قســـم البستنـــة وهندســة الحدائق

تأثير الصنف والكثافة النباتية في صفات النمو وحاصل الخس (*Lactuca sativa* L.)

رسالة مقدمة الى مجلس كلية الزراعة في جامعة ديالى
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية
البستنة وهندسة الحدائق

من قبل
جمـال نذير ناجي جاسم الصميدعي

بإشراف
أ. د. عزيز مهدي عبد الشمري

1443 هـ 2021 م

الخلاصة

أُجريت التجربة الحقلية خلال الموسم الزراعي الخريفي 2020-2021 في إحدى المزارع الخاصة في منطقة حمرين في محافظة ديالى لدراسة تأثير الصنف والكثافة النباتية في نمو وحاصل خمسة أصناف من الخس وشملت الدراسة عاملين: الأول الأصناف، وهي: Romana والصنف المحلي و Teresa و Fajer و Nader ، ورمز لها بـ V_1، V_2، V_3، V_4 وV_5 والعامل الثاني ثلاثة مستويات من الكثافة النباتية وهي الكثافة الأولى D_1 والبالغة 8 نبات م$^{-2}$ والكثافة الثانية D_2 والبالغة 12 نبات م$^{-2}$ و الكثافة الثالثة D_3 والبالغة 16 نبات م$^{-2}$، تضمنت التجربة خمس عشرة معاملة وبثلاثة مكررات، طبقت تجربة عاملية بنظام القطع المنشقة ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D). حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج SAS. وقورنت النتائج باستخدام اختبار Tuky عند مستوى احتمال 0.05.

وبينت النتائج ما يلي:

1- تفوق الصنف المحلي في صفات النسبة المئوية للمادة الجافة عند اكتمال النضج وارتفاع النبات والتبكير بظهور الرأس و التبكير بالنضج (اقل مدة) وطول الرأس، إذ بلغت وعلى الترتيب 10.19% و39.66 سم و 26.55 يوم و 41.88 يوم و27.86 سم، وتفوق الصنف Teresa معنوياً في صفات محتوى الأوراق الخارجية من الكلوروفيل الكلي بلغ 18.80 ملغم 100غم، والنسبة المئوية للنتروجين قبيل التفاف الرأس، وعند النضج بلغت على الترتيب 2.820 و 1.838 %، والنسبة المئوية للفسفور قبيل التفاف الرأس وعند النضج بلغت 0.624 و0.587 % على الترتيب، والنسبة المئوية للبوتاسيوم عند النضج بلغت 2.950 %، ومحيط النبات بلغ 103.3 سم وقطر الساق بلغ 3.522 سم وعدد الأوراق الخارجية بلغ 19.08 ورقة نبات$^{-1}$ وعرض الورقة بلغ 17.57 سم والمساحة الورقية الكلية للأوراق الخارجية بلغت 101.7 دسم$^{-2}$ وقطر الرأس بلغ 17.28 سم ووزن النبات الكلي بلغ 878.1 غم ووزن الرأس بلغ 468.7 غم والحاصل المسوق بلغ 53.38 طن هـ$^{-1}$ والحاصل الكلي بلغ 99.92 طن هـ$^{-1}$ ونسبة المادة الجافة في أوراق الرأس بلغت 5.188 % ،وتميز الصنف Fajer معنوياً في نسبة النتروجين في أوراق الرأس والتي بلغت 2.206 %، و نسبة البروتين في أوراق الرأس بلغت 13.78 %، وأعطى الصنف Nader أعلى قيمة في النسبة المئوية للبوتاسيوم قبيل التفاف الرأس وطول الساق، ونسبة الفسفور في أوراق الرأس ونسبة البوتاسيوم في أوراق الرأس، ونسبة الزيت في أوراق الرأس ونسبة الكربوهيدرات في أوراق الرأس إّذ بلغت 3.292 % و 25.66 سم و0.561 % و 2.792 % و 0.481

% و 1.083 % على الترتيب، ولم تكن هناك فروق معنوية بين الأصناف المدروسة في صفة النسبة المئوية للمادة الجافة قبيل التفاف الرأس وطول الورقة ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في الأوراق.

2- تفوقت النباتات المزروعة على الكثافة الأولى معنوياً في صفات محتوى الأوراق الخارجية من الكلوروفيل الكلي ومحيط النبات، وعدد الأوراق الخارجية، وطول الورقة وعرض الورقة، والمساحة الورقية الكلية للأوراق الخارجية وقطر الرأس ووزن النبات الكلي ووزن الرأس ونسبة المادة الجافة ونسبة الزيت ونسبة الكربوهيدرات ونسبة البروتين في أوراق الرأس إذ بلغت 19.68 ملغم 100غم و 103.9 % و 18.85 ورقة نبات$^{-1}$ و 31.39 سم و 17.81 سم و 88.30 دسم$^{-2}$ و17.66 سم و 907.1 غم و 513.7 غم و 5.353 % و0.457 % و1.167 % و14.85 % على الترتيب، بينما أعطت النباتات المزروعة على الكثافة الثالثة أعلى القيم في ارتفاع النبات بلغ 38.67 سم وطول الساق بلغ 23.18 سم واقل مدة للتبكير بظهور الرأس 28.86 يوم والحاصل المسوق بلغ 51.84 طن هـ$^{-1}$ والحاصل الكلي بلغ 94.53 طن هـ$^{-1}$ ، ولم تكن هناك فروق معنوية بين مستويات الكثافة النباتية الثلاثة في صفة التبكير بالنضج .

3- كان للتداخل الثنائي بين الصنف والكثافة النباتية تأثيراً معنوياً، إذ تميزت معاملة التداخل (الصنف Teresa المزروع على الكثافة الاولى) معنوياً في عدد الأوراق الخارجية وطول الورقة وعرض الورقة والمساحة الورقية الكلية للأوراق الخارجية وقطر الرأس ووزن النبات الكلي ووزن الرأس ونسبة المادة الجافة في الرأس والتي بلغت 23.00 ورقة نبات$^{-1}$ و31.93 سم و18.66 سم و129.7 دسم$^{-2}$ و19.13 سم و 1077 غم نبات$^{-1}$ و 573.2 غم و 5.766 % على الترتيب، بينما تفوقت نباتات المعاملة (الصنف المحلي المزروع على الكثافة الأولى) معنوياً في النسبة المئوية للمادة الجافة قبيل التفاف الرأس وعند اكتمال النضج وطول الرأس إذ بلغت 8.696 % و 12.49 % و29.60 سم على الترتيب، وتفوقت المعاملة (الصنف Fajer المزروع على الكثافة الاولى) في نسبة النتروجين والبروتين في الرأس بلغت 2.760 % و17.25%، وتميزت المعاملة (الصنف Nader المزروع على الكثافة الاولى) بأعلى نسبة من الفسفور والزيت والكاربوهيدرات في أوراق الرأس وبلغت 3.520 % و0.640 % و0.543 % و1.206 % على الترتيب، بينما تفوقت المعاملة (الصنف Teresa المزروع على الكثافة الثالثة) في إعطاء أعلى حاصل مسوق بلغ 57.34 طن هـ$^{-1}$ وحاصل كلي بلغ 107.1 طن هـ$^{-1}$ ، وأعطت المعاملة (الصنف المحلي المزروع على الكثافة الثالثة) أقل مدة للتبكير بالنضج بلغت 41.33 يوم وأقل مدة للتبكير بظهور الرأس بلغت 26.00 يوم.

1. المقدمة Introduction

يُعد الخس *Lactuca sativa* L. واحداً من المحاصيل الغذائية الرئيسة للسلطة والذي يتبع نباتات العائلة المركبة Asteraceae، وهومن محاصيل الخضر الشتوية المهمة التي تزرع في العراق والعالم على حدً سواء لقيمته الغذائية العالية، ولاستهلاكه بكميات كبيرة، وموطنه الأصلي منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وأوربا (حسن،2003 و Baslam وآخرون، 2013)، وينتشر في كندا والولايات المتحدة وأمريكا الجنوبية وشمال إفريقيا وتونس ومصر وجنوب روسيا. الخس محصول مرغوب للغاية نظراً لقيمته الغذائية العالية والتي نادراً ما يطرأ عليها تغيير أو فقد حتى استهلاكها، وترجع الأصناف المحلية وغالبية الأصنـاف الأجنبية التي تزرع في العراق إلى مجموعة الخس ذو الرؤوس المتطاولة وتعد هذه المجموعة الأغنى في قيمتها الغذائية، ويقع الخس في التسلسل (26) في قائمة القيمة الغذائية لمحاصيل الخضر والفاكهة (Ryder، 1999).

الجزء الذي يؤكل من النبات هو الأوراق التي يتم تناولها كسلطة مع بقية الخضراوات، إذ يحتوي كل 100 غم منه على 95% ماء ،1 غم بروتين ،3 غم مواد كربوهيدراتية ،22 ملغم كالسيوم ،25ملغم فسفور ،540 وحدة عالمية من فيتامين A، ويحتوي الخس على نسبة قليلة من الزيت وعناصر معدنية من أهمها الحديد والفسفور والكالسيوم والمغنيسيوم واليود والكلور والزرنيخ والكوبلت وصبغة الكاروتين والأحماض الفينولية والفلافونيدات، وتعزى الفوائد الطبية والغذائية في أوراق الخس إلى أنَها مصدراً طبيعياً وغنياً بمضادات الاكسدة وفيتامينات A وC وE وB9 والمواد الكيميائية النباتية المضادة للسرطان (Masarirambi وآخرون، 2012 و Kim وآخرون، 2016).

تشير إحصائية الجهاز المركزي للإحصاء مديرية الإحصاء الزراعي في العراق لعام 2019 الى أنَ المساحة المزروعة من نبات الخس بلغت 17766 دونم للمحافظات المشمولة وبمعدل إنتاجية 31232 طن هـ$^{-1}$ (الجهاز المركزي للاحصاء، 2019).

تواجه زراعة الخس العديد من المشاكل التي تبدأ مع إنبات بذوره وتثبيطها بسبب درجات الحرارة العالية وشدة الإضاءة (wein، 1997) لذلك يباشر بزراعة الخس في وسط العراق خلال الفترة من أيلول حتى أواخر تشرين الأول، وأنَ التبكير في الزراعة قبل هذا الموعد قد يؤدي الى قلة نسبة الإنبات والحصول على محصول ذو نوعية غير جيدة بسبب ارتفاع درجات الحرارة، بينما في شمال العراق يباشر بزراعة البذور لإنتاج الشتلات خلال شهري تشرين الأول وتشرين الثاني ليعطي محصولاً ربيعياً.

إنَ التنوع البيئي للمناطق الزراعية المختلفة يؤثر كثيراً في أداء الأصناف الزراعية لاسيما أن معظم الصفات الاقتصادية للمحاصيل هي صفات كمية، وهي تتأثر كثيراً بالعوامل البيئية، ولذلك فإن إختيار الصنف الملائم يلعب أثراً هاماً في زيادة الحاصل، بل يأتي في المرتبة الأولى من بين العوامل المؤثرة في زيادة الإنتاج، وهنا يتضح الدور الكبير لمربي النبات باستنباط اصناف جديدة تمتاز بتراكيب وراثية لها القابلية على التعبير الأمثل في البيئة المحددة وإعطاء مؤشرات نمو وحاصل متميزة (حسن، 2005).

يُعد اختيار الكثافة النباتية المناسبة (مسافة الزراعة بين النباتات) من أهم الوسائل التي تعمل على زيادة الانتاج في النباتات، كما أنها تحدد مدى استفادة النباتات من عوامل البيئة المختلفة من الإضاءة ودرجة الحرارة والتغذية والرطوبة والتهوية وغيرها، وبذلك تضمن حصول النباتات على احتياجاتها من هذه العوامل، والذي ينعكس على قوة النمو للنبات وزيادة الحاصل وتسهيل عملية الخدمة للمحصول فضلاً عن السيطرة على الأمراض والحشرات (الزهيري والحمداني، 2017).

إنَ كثافة الزراعة لأيَ محصول تُعدُ من العوامل المحددة للإنتاج ولها تأثير واضح في مقدار نمو النبات وكمية حاصله بل وحتى صفات الجودة الغذائية للمنتج، وأنَ الكثافة النباتية المناسبة في زراعة المحصول تؤدي الى الحصول على إنتاج يوازن بين الكمية وهي مطلب أساسي للمنتج والنوعية وهي مطلب مهم للمستهلك. وبصورة عامة يمكن القول إن كثافة الزراعة الواطئة جدا ينتج عنها انخفاض نسبي في كمية الحاصل وأنَ الكثافة العالية ينتج عنها انخفاض في نوعية الحاصل وهذا طبعا مرتبط بنوع وصنف النبات المزروع والظروف البيئية ونوعية التربة وخدمة المحصول (Bansal وآخرون،1995).

تهدف هذه الدراسة إلى :

1- اختيار أفضل صنف نباتي من محصول الخس من حيث الانتاجية ونوعية المحصول في بيئة منطقة الدراسة (حمرين) ديالى.

2- تحديد المستوى الأفضل من الكثافة النباتية لمحصول الخس من دون الاضرار بكمية الحاصل ونوعيته.

3- معرفة أفضل تداخل بين الصنف والكثافة النباتية والتي تعطي أفضل إنتاج للخس.

2 - مراجعة المصادر Literature Review

1.2. الاصناف النباتية

هناك عدة طرق لتربية وتحسين المحاصيل الزراعية، وتُعد طريقة الاستيراد (الإدخال) إحدى هذه الطرق وأسهلها لاسيما في البلدان التي لا تمتلك الامكانات العلمية والمادية والخبرة الكافية في هذا المجال، ولذلك يعتبر اختبار أداء التراكيب الوراثية (أصناف أو هجن أو سلالات) قبل اعتمادها للزراعة أمراً ضرورياً، وذلك لكثرة إنتاج هذه التراكيب من قبل الشركات المنتجة للبذور والمدى الواسع من التغايرات الوراثية التي تمتاز بها، وبين (Lebeda وآخرون، 2007) إن هناك عدة أصناف من الخس تمتاز بأنها ذات أشكال واحجام وقوام والوان مختلفة من حيث النمو الخضري. كما تختلف القيمة الغذائية للخس اختلافاً كبيراً باختلاف الاصناف اعتماداً على نوع الخس، ويمكن ان تكون تركيبة العناصر الغذائية لنبات الخس مشابهة للمحاصيل الاخرى (Kimوآخرون، 2016).

1.1.2. تأثير الصنف في صفات التحاليل الكيميائية والنمو الخضري

أوضح Tsiakaras وآخرون (2014) خلال دراسة أجريت في اليونان لمعرفة تأثير الصنف واضافة الجبرلين والنتروجين في نمو ثلاثة أصناف من الخس، تفوق الصنف Marady في عدد الأوراق الكلي 64.7 ورقة نبات$^{-1}$، بينما قل عدد الاوراق إلى 45.3 ورقة نبات$^{-1}$ في الصنف Kismy. وأعطى الصنف Adranita أعلى ارتفاع للنبات 38.7 سم والكلوروفيل الكلي 25.7 سباد في حين انخفض إلى 22.9 سم في الصنف Kismy و 9.8 سباد في الصنف Marady.

بَين العلي وعبد الحميد (2017) في دراسة لبيان تأثير الصنف وإضافة سماد الدواجن المصنع والرش بحامض الهيوميك في نمو وحاصل صنفين من الخس، أن الصنف الأجنبي (Polaris) تفوق بعدد الأوراق 57.260 ورقة نبات$^{-1}$،المساحة الورقية 1130سم^2 ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل 54.28 سباد بالمقارنة مع الصنف المحلي حيث انخفضت هذه النسب الى 39.380 ورقة نبات$^{-1}$ و 810 سم^2 و 52.49 سباد وعلى الترتيب.

وجد محمود (2013) في التجربة التي أجريت لدراسة تأثير التغذية الورقية بالمحلول المغذي Marvel في نمو وحاصل صنفين من الخس، تفوق الصنف Paris Island بأعلى ارتفاع للنبات 28.33 سم،عدد الأوراق 36.33 ورقة نبات$^{-1}$، قطر الساق 3.23 سم،الوزن الرطب للأوراق 246.69 غم نبات$^{-1}$

والوزن الجاف للأوراق 50.19 غم نبات$^{-1}$، بينما قلت الى 25.00 سم ،29.67 ورقة نبات$^{-1}$ ،3.17 سم ، 11.08 سم، 214.91 غم نبات$^{-1}$ و 48.82 غم نبات$^{-1}$ عند الصنف المحلي .

بين Atikah و Widyawati (2019) في دراسة لمعرفة نمو وحاصل أربعة أصناف من الخس في الأوساط الزراعية المختلفة، أن الصنف Grend rapid تفوق بارتفاع النبات 12.14 سم، بينما انخفض الى 8.99 سم و 8.63 سمعند الصنفين Delicato و New Rapid على الترتيب. وتفوق الصنف Red Rapid بعدد الاوراق 9.00 ورقة نبات$^{-1}$، الوزن الطري للجذور4.99 غم والوزن الطازج للنبات 77.29 غم، بينما انخفض الى 6.25 ورقة نبات$^{-1}$ ،2.32 غم و 30.38 غم على الترتيب في الصنف Delicate .

وضح Ferreira وآخرون (2020) في دراسة أجريت في البرازيل لبيان استجابة صنفين من الخس لمصادر ومستويات الفسفور المختلفة في التربة في صفات الجودة والحاصل، تفوق الصنف Crespa في عدد الأوراق 24.12 ورقة نبات$^{-1}$ ،ارتفاع النبات 30.39 سم وقطر الساق 5.44 سم، بينما انخفض الى 22.97 ورقة نبات$^{-1}$ ، 28.10 سم و 3.72 سم في الصنف Americana على الترتيب.

وذكر Moraes وآخرون (2020) في تجربة أُجريت في البرازيل لمعرفة تأثير الصنف تحت نظام الزراعة المائية في نمو ثلاثة أصناف من الخس، أن الصنف Rafaela-Americana تفوق بالوزن الطري للأوراق الخارجية 37.88 غم، الوزن الطري للجذر 10.08 غم، طول الورقة 16.88 سم ، طول الجذر 24.44 سم وقطر الساق 8.22 ملم، بينما انخفض الى 23.18 غم ، 4.60 غم ، 12.98 سم و7.12 ملم عند الصنف Simpson Black Seed وأقل طول للجذر بلغ 21.60 سم عند الصنف Americana Great Lake .

وُجد في تجربة أجراها Zhang وآخرون (2017) في اليابان لدراسة تأثير الصنف واستخدام مستويات مختلفة من البوتاسيوم في نمو ثلاثة أصناف من الخس، أن الصنف Boston أعطى أعلى عدد من الأوراق 28.2 ورقة نبات$^{-1}$، أكبر مساحة ورقية كلية 0.332 م^2 وتفوق بالوزن الطري والجاف للجذر 11.1 غم و 0.660 ملغم، بينما تفوق الصنف Romaine في نسبة الكلوروفيل للأوراق الناضجة 34.4 سباد والاورارق الحديثة 37.2 سباد في حين سجل الصنف Green leaf أعلى محتوى من البوتاسيوم 523.9 ملغم.100غم.

توصل Martins وآخرون (2017) خلال دراسة أُجريت لمعرفة تأثير استجابة صنفين من الخس لعدة أنظمة من الزراعة في الصفات الفيزيائية للحاصل، الى تفوق الصنف Crystal في صفات قطر الساق1.70سم والوزن الجاف للجذر7.16غم على الترتيب، بينما انخفض الى 1.20 سم و 3.3 غم عند الصنف Rubra على الترتيب.

أظهرتْ نتائج الدراسة التي أجراها Izhar وآخرون (2017) لبيان تأثير استجابة صنفين من الخس للسماد العضوي واثره في صفات النمو والحاصل، تميز نباتات الصنف Chinese في عدد الأوراق 24.11 ورقة نبات$^{-1}$،المساحة الورقية 124.79 م^2،ارتفاع النبات 33.22 سم والكلوروفيل الكلي 0.0240 ملغم، في حين تدنى الى 11.22 ورقة نبات$^{-1}$ ، 55.84 سم^2 ، 14.77 سم و 0.0233 ملغم م^2 على الترتيب في الصنف Local.

بينت الدراسة التي قام بها Nasaruddin وآخرون (2019) لبيان استجابة أربعة أصناف من الخس الروماني لنسب مختلفة من نترات الأمونيوم وأثرها في صفات النمو والحاصل، تفوق نباتات الصنف Ballon Romaine بالوزن الطري للجذر33.96 غم، المجموع الخضري 158.63 غم وعدد الأوراق29.54 ورقة نبات$^{-1}$، بينما انخفض الى 20.75غم ، 127.67 غم و 22.96 ورقة نبات$^{-1}$ في نباتات الصنف Green Romaine على الترتيب .

توصل Shahab وآخرون (2020) في دراسة أُجريت لتقييم تغيرات النمو في صنفين من الخس بإضافة تراكيز مختلفة من بكتريا Trichoderma و harzianum، إذ تفوقت نباتات الصنف Gridelik في الوزن الطري والجاف للأوراق 334 غم و 11.4 غم ،عدد الأوراق 37.6 ورقة نبات$^{-1}$ ،المساحة الورقية 226.3 سم^2 وقطر الساق 2.11 سم، بينما انخفض الى 225.4 غم ، 9.4 غم ،25.1 ورقة نبات$^{-1}$ ، 171 سم^2 و 1.74 سم عند الصنف Siaho على الترتيب .

ذكر الدباغ وداود (2018) في دراسة أُجريت لبيان تأثير الماء الممغنط والرش باليوريا في بعض صفات صنفين من الخس النامي بنظام تقنية الفلم المغذي (NEF)، ان نباتات الصنف Regina dei ghiacci تفوقت في نسبة النتروجين 1.195%، البوتاسيوم 0.557%، الفسفور 0.104% والنترات 0.285 مايكروغرام ملغم، في حين تدنى الى 0.985 ،0.410 ، 0.049 % و 0.188 مايكرو غم ملغم عند الصنف Great Lakes118 على الترتيب .

لاحظ Singer وآخرون (2015) في بحثهم تأثير مواعيد الزراعة المختلفة في المحتوى المعدني ونمو وحاصل صنفين من الخس المزروعة في تقنية الاغشية المغذية، تفوق الصنف New Red Fire بعدد الأوراق 33.02 ورقة نبات$^{-1}$، نسبة المادة الجافة 6.61 %، نسبة النتروجين 6.39 %، نسبة الفسفور 0.56% ونسبة البوتاسيوم 5.42% بينما تدنى الى 25.73 ورقة نبات$^{-1}$ ، 3.34%، 3.69%، 0.16% و 3.18% عند الصنف DP-400 على الترتيب .

وجد Júnior وآخرون (2019) في دراسة لمعرفة تأثير التظليل على الانتاج وصفات الجودة لأربعة اصناف من الخس في الظروف شبه الجافة، أنَّ الصنف Americana Irene تفوق في ارتفاع النبات 17.30 سم والمساحة الورقية 136.11 سم^{2} نبات$^{-1}$، بينما تدنى الى 15.40سم عند الصنف Green Salad Bowl و 83.58 سم^{2} نبات$^{-1}$ عند الصنف Regina de Verã‘، وتفوق الصنف White Boston في عدد الأوراق 26.34 ورقة نبات$^{-1}$ ، بينما انخفض الى 18.67 ورقة نبات$^{-1}$ عند الصنف Americana Irene، كذلك تميزت نباتات الصنف Regina de Verão في قطر الساق إذ بلغ 1.85 سم بينما تدنى الى 1.66 سم عند الصنف Americana Irene، وسجَّل الصنف Green Salad Bowl أعلى قيمة في طول الجذر بلغ 14.49 سم، بينما انخفض الى 13.39 سم عند الصنف Regina de Verão .

أَوضح Al-bayati وآخرون (2019) في تجربة أُجريت لمعرفة استجابة صنفين من الخس للتسميد الكيمياوي والعضوي ومسافات الزراعة وأثرها في صفات النمو والحاصل، تفوق الصنف Binco في المساحة الورقية 7806 سم^{2} نبات$^{-1}$، طول الساق 9.20 سم و الكلوروفيل 12.53 سباد بينما انخفض الى 7072 سم^{2} نبات$^{-1}$ ، 8.82 سم و 12.17 سباد عند الصنف Paris Island على الترتيب، في حين تفوق الصنف Paris Island في وزن الساق 81.34 غم نبات$^{-1}$ و نسبة المادة الجافة للأوراق 5.31 %، بينما تدنى الى 63.37 غم نبات$^{-1}$ و5.26 % على الترتيب عند الصنف Binco .

أجرى Shahein وآخرون (2015) تجربة لدراسة تأثير المواد الدبالية في النمو والحاصل ومحتوى العناصر الكيميائية وصفات الجودة لصنفين من الخس Dark Green و Big Bell في موسمين، وتبين من التجربة أن الصنف Dark Green تفوق معنويا في ارتفاع النبات 33.89 سم،34.53 سم، الوزن الجاف 54.44 غم، 57.82 غم ونسبة النتروجين 3.62 % خلال الموسمين الزراعيين 2012 و 2013 على الترتيب، في حين أعطى الصنف Big Bell أدنى القيم لهذه الصفات، إلا أنه سجل زيادة

ملحوظة في نسبة الفسفور 0.57 %، نسبة البوتاسيوم 3.61 %، محتوى الكلوروفيل 31.53 و 31.67 سباد ومحتوى النترات 0.999 و 0.797 ملغم كغم خلال الموسمين 2012 و 2013 على الترتيب.

أوضح Abdel و Mahmood (2015) في تجربة لمعرفة استجابة أصناف الخس لإضافة المادة العضوية، إذ تفوق الصنف Nader في نسبة النتروجين 2.12 %، طول الساق 17.33 سم ونسبة المادة الجافة 10.1 %، بينما انخفض الى 1.98 % و 6.53 سم في الصنف paris و5.54 % في الصنف Marul. وتفوق الصنف Marul في قطر الساق 3.83 سم ولم يختلف معنوياً مع باقي الأصناف في صفة قطر الساق.

بين Tekle وآخرون (2018) في تجربة اجريت في اثيوبيا لدراسة صنفين من الخس، أن الصنف Tesfa Mekelle تفوق في ارتفاع النبات 28 سم وعدد الأوراق 49.6 ورقة نبات$^{-1}$ بينما تدنى الى 22 سم و36 ورقة نبات$^{-1}$ في الصنف Paris Island على الترتيب .

ذكر Rouphael و آخرون (2017) في تجربة أُجريت في ايطاليا لمعرفة تأثير أصناف الخس على صفات النمو والحاصل، أنَّ الصنف Metalia تفوق في نسبة المادة الجافة 5.1 %، وتميزت نباتات الصنف Silvinas في عنصر البوتاسيوم 43.5 ملغم غم$^{-1}$ والكالسيوم 4.7 ملغم غم$^{-1}$، بينما قلت الى 25.1 ملغم غم$^{-1}$ و 3.0 ملغم غم$^{-1}$ في الصنف Equinos على الترتيب .

أكد Sousa و آخرون (2020) أن الاختلاف الجيني بين التراكيب الوراثية للخس له تأثيرعلى صفات النمو الخضري، أن التركيب الوراثي UFU 862 تميز في قطر النبات 39.85 سم بينما تدنا الى 14.55 سم في التركيب الوراثي UFU 2156. وتفوق التركيب الوراثي UFU 2101 في قطر الساق 3.33 سم في حين انخفض الى 1.189 سم عند التركيبPira 72 . وسجل التركيب الوراثي UFU 1061 اعلى عدد للأوراق 53.20 ورقة نبات$^{-1}$ إلا أنه تدنى إلى 21.50 ورقة نبات$^{-1}$ عند التركيب الوراثي UFU 753.

أشار Wiangsamut و Koolpluksee (2020) الى تأثير صنفين من الخس المزروعة بنظام الزراعة المائية والمسافة الزراعية على صفات النمو والحاصل، الى تفوق الصنف Pak Choi في ارتفاع النبات 23.0 سم، بينما انخفض الى 22.4 سم في الصنف Green Oak. وتفوق الصنف Green Oak في عدد الاوراق 21.12 ورقة نبات$^{-1}$، بينما تدنى الى 12.6 ورقة نبات$^{-1}$ في الصنف Pak Choi .

2.1.2. تأثير الصنف في صفات الحاصل ومكوناته

أشار Gomaa و Elsagan (2020) في تجربة لمعرفة تأثير الكثافة النباتية ومستوى الكالسيوم في انتاجية وجودة صنفين من الخس (Romine و Iceberg)، أن الصنف Iceberg تفوق في التبكير في الحصاد 67.64 يوم، وزن الرأس 804.74 غم نبات$^{-1}$ ونسبة المادة الجافة 9.96 %، بينما انخفضت الى 73.58 يوم، 676.94 غم نبات$^{-1}$ و6.92 % على الترتيب عند الصنف Romine والذي اعطى اعلى عدد للرؤوس التسويقية 153.17 رأس$^{-1}$ 10.5 م^{2} وقطر الرأس 15.26 سم، محتوى البوتاسيوم 31.64 ملغم غم ومحتوى الكالسيوم 7.08 ملغم غم في حين سجل الصنف Iceberg أدنى القيم لهذه الصفات.

لاحظ كل من Silva و آخرين (2017) في بيان تأثير الصنف والتسميد العضوي والزراعة في بيئات مختلفة في صفات النمو والحاصل للخس، إذ تميزت نباتات الصنف Babá de Verão في محيط الرأس 49.7 سم، الوزن الطري للرأس 316.8 غم نبات$^{-1}$ و الحاصل 25.0 طن هـ$^{-1}$، في حين انخفض الى 46.3 سم و 208.1 غم نبات$^{-1}$ في الصنف Itapuã 401 و 22.8 طن هـ$^{-1}$ في الصنف Delícia.

أوضحت نتائج الدراسة التي أجراها Elena وآخرون (2016) لبيان تأثير الصنف والسماد العضوي في ثلاثة أصناف من الخس المزروعة بتقنية الأغشية المغذية، أن الصنف Markies تفوق في وزن الرأس 422.25 غم نبات$^{-1}$ تلاه الصنف Lollo Rosa ثم الصنف Lollo Bionda.

وبَّين Boroujerdnia وAnsari (2007) في تجربة أُجريت في ايران لبيان تأثير الصنف والمستويات المختلفة للأسمدة النيتروجينية في نمو وحاصل الخس، أن الصنف Pich Ahwazi تفوق في الحاصل الكلي 5.36 كغم م$^{-2}$، بينما انخفض الى 5.21 كغم م$^{-2}$ في الصنف Pich varamini .

أوضح Ozgen وSekerci (2011) في تجربة لبيان تأثير موقع الورقة على توزيع المواد الكيميائية النباتية والقدرة المضادة للأكسدة بين أصناف الخس الأخضر والأحمر، أن الصنف Filipus تفوق في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية TSS للأوراق الخارجية 3.88 % و نسبة TSS في الاوراق الداخلية 5.16 %، بينما تدنت الى 2.40 % عند الصنف Krizet و3.10 % في الصنف Freckles.

أظهرت نتائج التجربة قام بها Alas وآخرون (2018) إمكانية انتاج ثلاثة أصناف من الخس الروماني على مدار السنة خلال الموسم الزراعي 2011/2010، تفوق الصنف Paris Island في الوزن الطري للرأس 1009 غم وقطر الرأس 17.5 سم بينما تدنى الى 572 غم عند الصنف Filipus

و 12.8 سم عند الصنف Quintus، في حين تفوق الصنف Quintus في طول الرأس إذ بلغ 19.8 سم، بينما انخفض الى 16.6 سم عند الصنف Filipus .

ذكر Ghimire وآخرون (2019) في دراسة لبيان تأثير التسميد بخليط من اليوريا وسماد الدواجن على انتاج وجودة صنفين من الخس، تفوق الصنف Green Span في الحاصل 15.29 طن هـ$^{-1}$ بالمقارنة مع الصنف naire kuida F1 الذي سجل ادنى حاصل بلغ 13.4 طن هـ$^{-1}$.

أجرى Shahein وآخرون (2015) تجربة في مصر لدراسة تأثير المواد الدبالية في النمو والحاصل ومحتوى العناصر الكيميائية وصفات الجودة لصنفين من الخس (Dark Green و Big Bell) في موسمين، وتبين من التجربة أن الصنف Dark Green تفوق معنويا في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية TSS 3.03 و3.40 %خلال الموسمين الزراعيين 2012 و 2013 على التوالي، وفي حين أعطى الصنف Big Bell ادنى نسبة TSS بلغت 2.36 % و 2.35 %، إلا أنه سجل زيادة ملحوظة في الحاصل 36.38 و 34.78 طن هـ$^{-1}$ والوزن الطري للنبات 922.14 غم نبات$^{-1}$ و882.10 غم نبات$^{-1}$ خلال الموسمين 2012 و 2013 على التوالي .

لاحظ Maboko و Plooy (2008) في تجربة حول تأثير اصناف الخس تحت نظام الزراعة بدون تربة، تفوق نباتات الصنف L 446 في متوسط الحاصل 80.89 طن هـ$^{-1}$، متوسط وزن الرأس 509.6 غم نبات$^{-1}$ وقطر الرأس 15.2 سم، في حين انخفض الى 41.74 طن هـ$^{-1}$ ، 263 غم نبات$^{-1}$ و 14.5 سم في الصنف PF 1283 على الترتيب .

درس Rodica وآخرون (2012) تأثير اصناف الخس على النمو و الحاصل، ووجد أن الصنف Sommer Kragner تفوق في قطر الرأس 28.6 سم، وزن الرأس 275.6 غم نبات$^{-1}$ والحاصل 40.5 طن هـ$^{-1}$، بينما انخفض الى 18.4 سم ، 227.2 غم نبات$^{-1}$ و 32.9 طن هـ$^{-1}$ في الصنف Larisa على الترتيب .

2.2. الكثافة النباتية

إن الكثافة النباتية لها أثر واضح في حصول النباتات على الضوء لما له من دور رئيس في عملية البناء الضوئي ونمو النبات ويظهر هنا أهمية ودور الكثافة النباتية في توزيع الضوء على جميع أجزاء النباتات، ومن ناحية اخرى فأن من بين العوامل التي لها تأثير على محصول الخس هي زيادة كثافة

النباتات (زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة)، وربما يكون ذلك على حساب جودة الحاصل، إذ يجب أن تكون هناك موازنة في عدد النباتات المزروعة في وحدة المساحة من جهة وكمية الإضاءة والمواد الغذائية المتوافرة للنباتات من جهة أخرى، كما إن زراعة النباتات على مسافات واسعة يؤدي إلى انتشار المجموع الجذري للنبات في مساحة أوسع وبالتالي توفير مجال واسع للنمو وتثبيت النبات وامتصاص العناصر والمواد الغذائية المتاحة وبالتالي يظهر في قوة النمو الخضري وزيادة تكوين الأوراق وزيادة طول وعرض الورقة مما يزيد من الوزن الطري والجاف للنبات بالمقارنة مع النباتات المزروعة على مسافات اقل (Sharma واخرون، 2001). يمكن أن تؤدي الكثافة المثالية للنبات إلى إنتاجية افضل، في حين أن كثافات النبات العالية جدًا أو المنخفضة جدًا يمكن أن تؤدي إلى إنتاجية وجودة أقل نسبيًا (Moniruzzaman، 2006 وMaboko وDu Plooy، 2008).

1.2.2 . تأثير الكثافة النباتية في صفات التحاليل الكيميائية والنمو الخضري

أكد Yordanova و Nikolov (2017) في دراسة عن تأثير كثافة النبات وتغطية التربة على نمو وإنتاج الخس صنف Romana، ان النباتات المزروعة بالكثافة الأولى (الزراعة على شكل مربعات الشطرنج وبأبعاد 30×30 سم بين نبات وآخر) أدت الى زيادة معنوية في ارتفاع النبات 24.65سم إلا أنها سجلت اقل قطر للنبات 29.27 سم، بينما انخفض ارتفاع النبات في الكثافة الثانية (الزراعة بشكل متوازي من أربعة صفوف والمسافة 30×30 سم بين نبات وآخر) الى 22.44سم، في حين أعطت أعلى قطر للنبات 30.40سم.

ذكر Hasan وآخرون (2017) في تجربة لبيان تأثير المسافة بين النباتات وسماد النتروجين في نمو وانتاج الخس، أَن النباتات المزروعة على مسافة 40×30سم قد تفوقت معنويا في طول الورقة 23.67 سم ،عرض الورقة 24.69 سم، الوزن الطري للنبات 117.00 غم والوزن الجاف 16.81 غم ، وتفوقت النباتات المزروعة على مسافة 40×25 سم في الحاصل 7.66طن هـ$^{-1}$ وعدد الاوراق 25.60 ورقة نبات$^{-1}$، بينما اعطت الزراعة على مسافة 40×20 سم اعلى ارتفاع للنبات 30.46 سم وتدنت فيها جميع القيم للصفات اعلاه .

درس Makhadmeh وآخرون (2017) تأثير كثافة الزراعة ووسائط النمو المختلفة في نمو الخس المزروع في نظام مغلق بدون تربة، ان النباتات المزروعة على كثافة 16 نبات م^{2} قد تفوقت معنويا في ارتفاع النبات 42.2 سم، عدد الأوراق الكلي 44.2 ورقة نبات$^{-1}$، عدد الأوراق الخارجية 16.3 ورقة

نبات$^{-1}$، وزن الأوراق الخارجية والداخلية 516.567 غم نبات$^{-1}$ ووزن الساق 127.65 غم، في حين انخفضت الى 39.2 سم، 35.4 ورقة نبات$^{-1}$ ، 10.4 ورقة نبات$^{-1}$ ، 342.3 غم و 107.22 غم على الترتيب عند الزراعة على الكثافة النباتية 33 نبات م^{2} .

أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها Akter وآخرون (2020) لبيان تأثير المعاملة بحامض الجبرليك ومسافة الزراعة على نمو وانتاجية الخس، أن النباتات المزروعة على مسافة 30× 30 سم قد تفوقت في ارتفاع النبات 18.98 سم، المساحة الورقية 313.3 سم^{2} نبات$^{-1}$، نسبة الكلوروفيل 1.08% والوزن الطري والجاف للأوراق 112.0غم نبات$^{-1}$ و14.4غم نبات$^{-1}$ تلتها المسافة الزراعية 25×25 سم ثم 20×20 سم ثم 15×15 سم، بينما أعطت النباتات المزروعة على مسافة 25 × 25 سم أعلى عدد من الأوراق 18.80 ورقة نبات$^{-1}$، بالمقارنة مع المسافة الزراعية 20×20 سم التي سجلت أدنى قيمة للصفات أعلاه.

بين Zemichael وآخرون (2017) في دراسة لمعرفة تأثير ثلاث مستويات من المسافة الزراعية داخل الصف 30 و40 و50 سم ومستويين بين الصفوف 60 و70 سم على نمو وحاصل الخس، تفوقت النباتات المزروعة على مسافة 50 × 60 سم في ارتفاع النبات 28.27 سم و عدد الاوراق 99.67 ورقة نبات$^{-1}$، بينما سجلت المسافة 50 × 70 سم زيادة معنوية في عرض الورقة 14.77 سم، وأعطت المسافة الزراعية 30×60 سم أعلى طول للورقة 21.83 سم.

وجد Alahi وآخرون (2014) في دراسة من اجل معرفة تأثير المسافة النباتية واضافة الفسفور على نمو وحاصل الخس، أن المسافة الزراعية 40×20 سم أعطت أعلى قيمة في ارتفاع النبات 27.49 سم الا أنها سجلت أدنى قيمة في الحاصل وطول وعرض الورقة والوزن الطري والمادة الجافة، وتفوقت مسافة الزراعة 40×25 سم في عدد الاوراق 26.08 ورقة نبات$^{-1}$ وطول الورقة 21.99 سم، في حين اعطت المسافة 40×30 سم اعلى قيمة في الوزن الطري للأوراق 286.92 غم نبات$^{-1}$ ونسبة المادة الجافة 12.95 % وعرض الورقة 22.35 سم خلال 60 يوما من الزراعة .

وجد Gashaw و Haile (2020) من خلال تجربة لدراسة تأثير عدة مستويات من النتروجين وثلاثة مسافات زراعية في نمو الخس، إذ تفوقت النباتات المزروعة على مسافة 25×30 سم معنويا في عدد الأوراق 19.40 ورقة نبات$^{-1}$ و وعرض الورقة 10.88 سم وارتفاع النبات 17.27 سم، تلتها المسافة

20×30 سم والتي أعطت أعلى قيمة في طول الورقة 18.35 سم ثم المسافة 15×30 سم التي سجلت ادنى القيم للصفات المذكورة انفا.

أوضح Khazaei و آخرون (2013) خلال تجربة لدراسة تأثير اربعة مسافات زراعية (25×40 ، 30×40 ،35 ×40 و 40×40 سم) بالإضافة الى تغطية التربة والسماد العضوي في نمو وانتاج الخس، أن النباتات المزروعة على مسافة 40×40 سم قد تفوقت معنويا في الوزن الجاف للأوراق 47.04 غم نبات، بينما تفوقت النباتات المزروعة على مسافة الزراعة 35×40 سم في قطر الساق 5.61 سم، الوزن الطري للساق 51.13 غم نبات، نسبة النترات 2.93 % والفسفور 5.45 %، وأعطت النباتات المزروعة على مسافة 30×40 سم أعلى قيمة في عدد الأوراق 32.6 ورقة نبات$^{-1}$ و نسبة البوتاسيوم 0.59 %، في حين سجلت مسافة الزراعة 25×40 سم أعلى قيمة في الوزن الطري للأوراق 491.6 غم نبات$^{-1}$.

أكد Abubakari وآخرون (2011) خلال دراسة عند زراعة الخس بثلاثة مسافات (15×15، 20×20 و 30×30 سم)، ان المسافة 20×20 سم أعطت اعلى ارتفاع للنبات وعدد الأوراق، بينما تفوقت المسافة 30×30 سم في الوزن الطري للأوراق والجذور، في حين سجلت المسافة 15×15سم ادنى القيم لنفس الصفات.

وجد Gomaa و Elsagan (2020) من خلال دراسة أجريت في مصر لمعرفة تأثير الكثافة النباتية ومستوى الكالسيوم في انتاجية وجودة الخس الروماني و Iceberg، أن النباتات المزروعة على الكثافة 13 نبات م^2 أعطت أعلى قيمة في نسبة المادة الجافة 9.08 %، حامض الاسكوربك 39.04 ملغم 100غم، محتوى البوتاسيوم 27.42 ملغم غم ومحتوى الكالسيوم 6.54 ملغم غم، في حين تدنى الى 7.96 % ،36.05 ملغم 100غم،24.63 ملغم غم و 5.42 ملغم غم عند الكثافة النباتية 20 نبات م^2 على الترتيب.

درس Hamarash (2020) تأثير مسافات الزراعة في النمو وانتاجية الخس صنف Teresa في السليمانية/العراق، ووجد أن النباتات المزروعة بالمسافة الزراعية 15×20 سم تفوقت في ارتفاع النبات 41.7 سم وهي لم تختلف معنويا مع المسافة 20×20 سم. وتفوقت المسافة 45×20 سم في عدد الأوراق 39.4 ورقة نبات$^{-1}$، طول الجذر 9.1 سم وطول الورقة 31.3 سم.

وجد Ortiz و آخرون (2015) من خلال دراسة تأثير المسافات الزراعية في نمو وحاصل الخس، أن المسافة 45×40 سم تميزت بصفات عدد الأوراق 27.41 ورقة نبات$^{-1}$، ارتفاع النبات 21.90 سم،

طول الساق 3.76 سم، قطر الساق 2.07 سم والوزن الطري والجاف 263.42 غم نبات و 8.48 غم نبات تلتها المسافة 40×40 سم ثم المسافة 30×40 سم ثم المسافة 35×40 سم للصفات اعلاه.

2.2.2. تأثير الكثافة النباتية في صفات الحاصل ومكوناته

أكد Yordanova و Nikolov (2017) في بحثهم حول تأثير كثافة النبات وتغطية التربة على نمو الخس وانتاجه صنف Romana، تفوق النباتات المزروعة بالكثافة الأولى (الزراعة على شكل مربعات الشطرنج وبأبعاد 30×30 سم بين نبات وآخر) معنويا في وزن النبات 245غم والحاصل الكلي 3.572 طن هـ$^{-1}$، بينما انخفضت الصفات السابقة في الكثافة الثانية (الزراعة بشكل متوازي من اربعة صفوف والمسافة 30×30 سم بين نبات وآخر) الى 225غم و 1.872 طن هـ$^{-1}$على الترتيب .

ذكر Hasan وآخرون (2017) في تجربة لبيان تأثير المسافة بين النباتات وسماد النتروجين في نمو وانتاج الخس، أن النباتات المزروعة على مسافة 40×30سم تفوقت معنويا في الوزن الطري للنبات 117.00 غم والوزن الجاف 16.81 غم، وتفوقت النباتات المزروعة على مسافة 40×25 سم في الحاصل 7.66طن هـ$^{-1}$، بينما تدنت الى 83.01 غم و 11.89 غم و 6.96 طن هـ$^{-1}$ عند الزراعة على مسافة 40×20 سم .

درس Makhadmeh وآخرون (2017) تأثير كثافة الزراعة ووسائط النمو المختلفة في نمو الخس المزروع في نظام مغلق من دون تربة، أن النباتات المزروعة على كثافة 16 نبات م^2 تفوقت معنويا في وزن الرأس 640.8 غم ووزن الرأس التسويقي 609.6 غم، بينما تدنت عند الزراعة على الكثافة النباتية 33 نبات م^2 الى 449.5 غم و 407.8 غم على الترتيب .

وجد Al bayati وآخرون (2019) في دراسة حول تأثير المسافات الزراعية والتسميد الكيمياوي والعضوي في نمو وحاصل صنفين من الخس النامي في البيت البلاستيكي غير المدفأة، أن النباتات المزروعة على مسافة 40 سم اظهرت تفوقاً في محيط الرأس 45.44 سم ومتوسط وزن الرأس التسويقي 758 غم، بينما انخفضت الى 43.45 سم و 695 غم في النباتات المزروعة على مسافة 30سم. وتفوقت الزراعة على المسافة النباتية 30 سم في الحاصل التسويقي 2047 كغم 500م^2 والحاصل الكلي 2427 كغم 500م^2 ، في حين تدنت عند المسافة الزراعية 40 سم الى 1767 كغم500م^2 و 2043 كغم 500م^2 على الترتيب.

أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها Akter وآخرون (2020) لبيان تأثير المسافة الزراعية و المعاملة بحامض الجبرليك على نمو وانتاجية الخس، أن النباتات المزروعة على مسافة 15 × 15 سم تفوقت في الوزن الطري للنبات 2507.0 غم والحاصل الكلي 16.83 طن هـ$^{-1}$، في حين قلت الى 869.7 غم و 5.80 طن هـ$^{-1}$ عند المسافة الزراعية 30×30 سم على الترتيب.

أشار Moniruzzaman (2006) في تجربة أجريت في بنغلادش عند زراعته الخس صنف Green Wave بمسافات زراعة 40 ×20 و 40 ×30 و 40 ×40 سم للموسمين 1999-2000 و 2000-2001، الى أن الزراعة على مسافة ضيقة 40 ×20 سم اعطت أعلى إنتاج كلي 25.82 و27.10 طن هـ$^{-1}$ وأعلى إنتاج جاف كلي 0.66 و0.70 طن هـ$^{-1}$ للموسمين الزراعيين 1999-2000 و 2000-2001 على الترتيب، إلاّ أنّ الزراعة على مسافة واسعة 40 ×40 سم اعطت أقل إنتاج كلي 16.60 و21.00 طن هـ$^{-1}$ وأقل إنتاج جاف كلي 0.52 و0.56 طن هـ$^{-1}$ للموسمين على التوالي .

بين Zemichael وآخرون (2017) خلال دراسة تأثير ثلاث مستويات من المسافة الزراعية داخل الصف 30 و40 و50 سم ومستويين بين الصفوف 60 و70 سم على نمو وحاصل الخس، أن النباتات المزروعة على مسافة 40 × 60 سم تفوقت في الحاصل الطري 53.63 طن هـ$^{-1}$، بينما انخفض الى 23.45 طن هـ$^{-1}$ في المسافة 50×70 سم .

وجد Alahi وآخرون (2014) في دراسة أجريت في بنغلادش لمعرفة تأثير المسافة النباتية واضافة عدة مستويات من الفسفور على نمو وحاصل الخس، أن المسافة الزراعية 40×25 سم تفوقت في الحاصل 6.51 طن هـ$^{-1}$ تلتها المسافة 40×30 سم، في حين أعطت المسافة 40×20 سم أقل حاصل 5.89 طن هـ$^{-1}$ خلال 60 يوما من الزراعة .

وأشار Takahashiو Cardoso (2014) الى تأثير الكثافة النباتية في انتاج أصناف الخس الصغيرة تحت نظام الزراعة العضوي، أن النباتات المزروعة على مسافة 20×15 سم تفوقت معنويا في الوزن الطري الكلي 91.58 غم نبات$^{-1}$، الوزن الطري التسويقي 68.63 غم نبات$^{-1}$ و قطر النبات 13.00سم، بينما تدنى الى 76.38 غم نبات$^{-1}$ ، 59.83 غم نبات$^{-1}$ و 12.13 سم على الترتيب عند المسافة 16×15 سم والتي اعطت اعلى انتاج قابل للتسويق 2.51 كغم م^{2} .

وجد Gashaw و Haile (2020) عند دراستهم تأثير عدة مستويات من النتروجين وثلاثة مسافات زراعية في نمو الخس، أن النباتات المزروعة على مسافة 25×30 سم تفوقت معنويا في صفة الحاصل

8.01 طن هـ$^{-1}$، تلتها المسافة النباتية 20×30 سم ثم المسافة 15×30 سم التي سجلت أدنى القيم للصفات المذكورة آنفا.

أوضح Khazaei و آخرون (2013) من خلال تجربتهم حول تأثير أربعة مسافات زراعية 25×40 و 30×40 و35 ×40 و 40×40 سم بالإضافة الى تغطية التربة والسماد العضوي في نمو الخس وانتاجه، أن النباتات المزروعة على مسافة 35×40 سم تفوقت في الحاصل61.318 طن هـ$^{-1}$، بينما تدنى الى 53.872 طن هـ$^{-1}$ في الزراعة على مسافة 40×40 سم. وأعطت النباتات المزروعة على مسافة 30×40 سم أعلى قطر للرأس 13.13 سم .

درس Toth وآخرون (2016) تأثير الصنف والكثافة النباتية في نمو الخس وصفاته في الزراعة المائية العائمة، ان الكثافة النباتية 13 نبات م^2 تفوقت معنويا في قطر الرأس 29.9 سم، وزن الرأس 320.6 غم نبات$^{-1}$ والحاصل التسويقي 3.28 كغم م^2، بينما تدنت عند الكثافة النباتية 21 نبات م^2 الى 26.1سم ، 244.8 غم نبات$^{-1}$ و2.07 كغم م^2 على الترتيب، إلا أنها سجلت أعلى ارتفاع للرأس 21.8 سم ،في حين لم تكن هنالك فروق معنوية بين الكثافتين 17 نبات م^2 و 21 نبات م^2 في ارتفاع النبات، والكثافتين 13 نبات م^2 و17 نبات م^2 في الحاصل التسويقي .

وجد Gomaa و Elsagan (2020) خلال دراسة أُجريت لمعرفة تأثير الكثافة النباتية ومستوى الكالسيوم في انتاجية وجودة الخس الروماني و Iceberg، أن النباتات المزروعة على الكثافة 20 نبات م^2 سجلت زيادة ملحوظة في اقل عدد أيام للحصاد 68.27 يوم و عدد الرؤوس القابلة للتسويق 165.50 رأس، بينما انخفض الى 72.77 يوم و 126.08رأس على الترتيب عند الزراعة على الكثافة 13 نبات م^2 ، والتي أعطت أعلى قيمة في متوسط وزن الرأس 846.25 غم نبات$^{-1}$ ومتوسط قطر الرأس 16.23 سم في حين تدنى الى 635.80 غم نبات$^{-1}$ و14.76 سم عند الكثافة النباتية 20 نبات م^2 على الترتيب.

درس Hamarash (2020) تأثير مسافات الزراعة في النمو وانتاجية الخس صنف Teresa في السليمانية-العراق، ووجد أن النباتات المزروعة بالمسافة الزراعية 40×20 سم تفوقت في الوزن الطري للنبات 511.3 غم نبات، بينما تدنا الى 209.2 غم نبات في المسافة 10×20 سم. وتفوقت المسافة 45×20 سم في عدد الرؤوس القابلة للتسويق 8.0 رأس لكل10نبات في حين انخفض الى 3.7 رأس لكل 10نبات في المسافة الزراعية 10×20 سم .