الدرس 6 معرفة الظل المبسوط والمنكوس من القوس وعكسه

أهداف الدرس

1- أن أتعرف الظل المبسوط والمنكوس.
2- أن أدرك أوجه الاتفاق والاختلاف بينهما.
3- أن أتدرب على قاعدة استخراج الظل المبسوط والمنكوس من القوس وعكسه.

تمهيد

درس أحد الطلاب قاعدة استخراج الجيب المبسوط والمنكوس من القوس وعكسه، وأراد أن يطبق هذه القاعدة ليستخرج الظل المبسوط والمنكوس من القوس، فلم يتوصل إليهما، فسأل الأستاذ(ة) عن السبب، فبين له القاعدة والخطوات الموصلة إلى ذلك. فما المقصود بالظل المبسوط والمنكوس؟ وما الفرق بينهما؟ وكيف يستخرج الظل بنوعيه من القوس، والقوس منهما؟

المتن

قال العلامة مَحمد العلمي -رحمه الله-:

مَـرْفُـوعَ أسٍّ قَـامَـةٍ فَلْتَقْسِمَا *** بِنِسْبَـةِ الظِّـلِّ فَمَبْسُـوطٌ سَمَـا
وَاضْرِبْهُمَا بِالحَـطِّ فِي المَنْكُوسِ إِنْ *** بِـأَوَّلٍ تَدْخُـلْ تَـرَ الظِّـلَّ زُكِـنْ
ثُـمَّ البَيَانِـي مُشْعِـرٌ بِالبُعْـدِ عَـنْ *** رُتْبَـةِ الآحَـادِ فَكُـنْ مِمَّـنْ فَطِـنْ
فَإِنْ يَكُـنْ صِفْـراً فَـقَـدْ دَلَّ عَـلَى *** أن الصَّحِيـحَ رُتْبَـةٌ نِلْـتَ الْعُـلاَ
وَوَاحِـدٌ لِرُتْبَتَيْـنِ قَـدْ أَشَـارْ *** وَهَكَـذَا مَـا الْعَـدُّ كَانَ ذَا انْتِشَـارْ
هَـذَا إِذَا كَـانَ البَيَـانِـي مُوجَبَـا *** وَالْكَسْـرُ قَـطْ حَيْـثُ يَكُـونُ سَالِبَا
وَمَـا يَكُـنْ غَيْـرَ صَحِيـحٍ رَكِّـبِ *** وَلْتَرْفَعَـنْ آخِـرَ ضَـرْبٍ تُصِـبِ
الظِّـلُّ إِنْ صَـحَّ فَصَفِّـرْهُ إِلَـى *** كَـمَـالِ أَرْبَعَـةٍ إِنْ مِنْهَـا خَـلاَ

وَصَيِّرِ الكَسْرَ ثَوَانٍ وَاقْسِمَا *** لَهَا عَلَى مُرَبَّعِ الصَّادِ كَمَا
مَرَّ وَكَمِّلْ أَرْبَعًا مَعَ الصَّحِيحْ *** أَوْ وَحْدَهُ وَإِنْ فَنَى فَتَسْتَرِيحْ
وَالعَدَّ قَوِّسْهُ وَرَاعِ فِي البَيَانْ *** مَاصَحَّ وَالسَّالِبُ إِنْ كَانَ اسْتَبَانْ
الكَسْرُ قَطْ وَاقْسِمْ عَلَيْهِ قَامَهْ *** وَادْخُلْ بِثَانٍ خُذْهُ أَوْ تَمَامَهْ

الفهم

الشرح:

مرفوع أس قامة: أخذ نسبة القامة (12) من الجزء الأول ورفعها بالضرب في نصف القطر.

صفره: كمل بالأصفار حتى تستخرج ما يكون مع الصحيح أربع مراتب.

والعد قوسه: خذ نسبته اللوغاريتمية من الجزء الأول الذي هو محل تقويس العدد.

استخلاص المضامين:

- أحدد قاعدة استخراج الظل المبسوط والمنكوس من القوس وعكسه.

التحليل

يشتمل هذا الدرس على ما يأتي:

أولا: معرفة الظل المبسوط والمنكوس من القوس

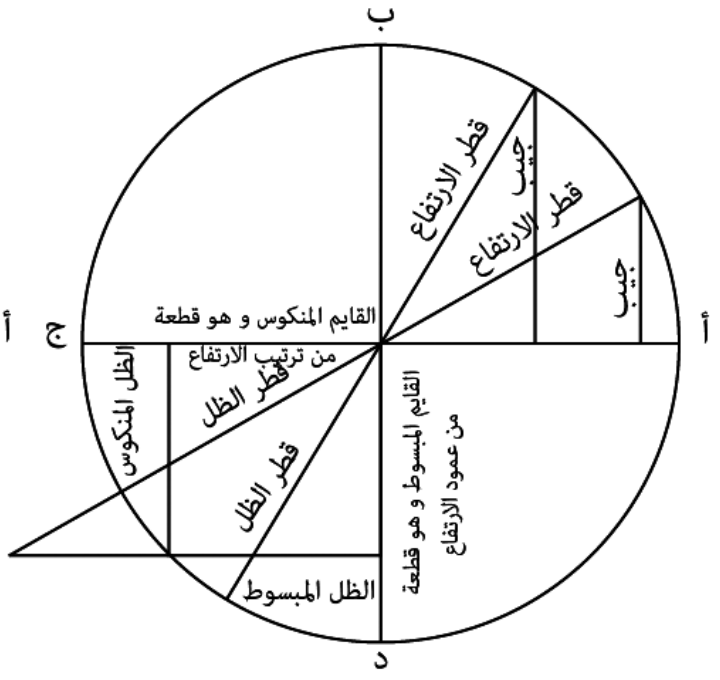
1- تعريف الظل المبسوط والمنكوس وخصائصهما:

الظل أحد الخطوط المساحية، وهو خط يخرج من أصل المقياس ممتدا على السطح الذي قام عليه ذلك المقياس، وهو قسمان: مبسوط ومنكوس.

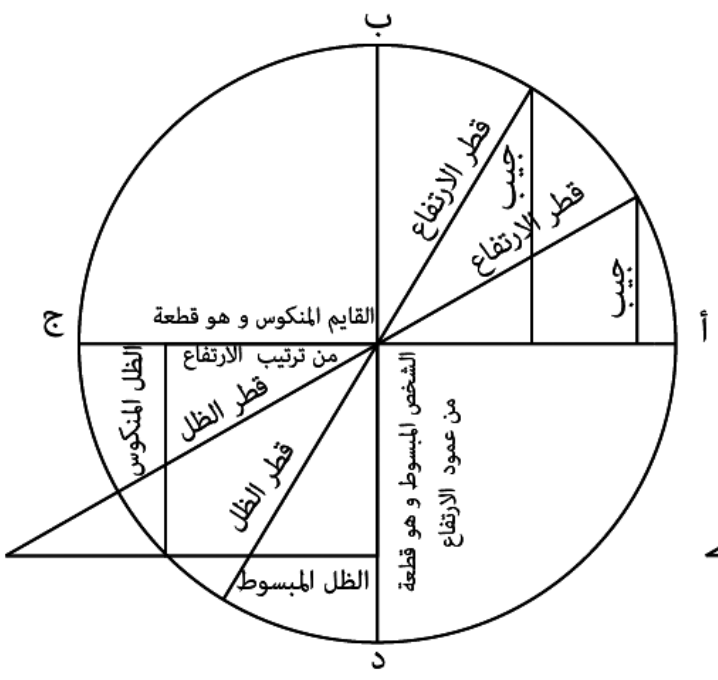
نوع الظل	تعريفه	خصائصه
الظل المبسوط	خط يخرج من أصل المقياس القائم على سطح الأفق، ويسمى بالظل المستوي، وبالظل الثاني.	- ينقص بزيادة الارتفاع ويزيد بنقصه. - الظل المبسوط لقوس هو المنكوس لتمامها.
الظل المنكوس	خط يخرج من أصل المقياس القائم على السطح القائم على بسيط الأرض، ويسمى بالظل الأول، وبالظل المنتصف على أن شخصه نصف القطر، وهو المأخوذ من المقاييس الموازية لسطح الأفق.	- يزيد بزيادة الارتفاع وينقص بنقصه. - الظل المنكوس لقوس هو المبسوط لتمامها.

2- صورة الظل المبسوط والمنكوس في الهيئة:

صورة الارتفاع و الظل بالأصابع



صورة الارتفاع و الظل بالأشبار



[علم التوقيت: أصوله ومناهجه، لمحمد العربي الخطابي ص: 164]

3- قاعدة معرفة الظل المبسوط والمنكوس من القوس:

إذا أردت معرفة الظل الاثني عشري المبسوط أو المنكوس لقوس مفروضة، فإنك تعمد إلى قامة الأصابع وهي:(12) فتأخذ أسها من الجزء الأول، وتقسمه على النسبة الظلية للقوس المفروضة بعد أخذها من الجزء الثاني، لقول الناظم –رحمه الله–:

مَـرْفُـوعَ أُسِّ قَـامَـةٍ فَلْتَقْسِمَا * بِنِسْبَةِ الظِّلِّ فَمَبْسُوطٌ سَمَا**

وذلك إن أردت الظل المبسوط. وتضرب أحدهما في الآخر، إذا أردت الظل المنكوس، فما حصل في أي منهما ادخل به في الجزء الأول من غير مراعاة للعدد البياني، وتأخذ العدد المحاذي له يكن محلول الظل، وهو معنى قول الناظم –رحمه الله–:

وَاضْرِبْهُمَا بِالحَطِّ فِي المَنْكُوسِ إِنْ * بِأَوَّلٍ تَدْخُلْ تَرَ الظِّلَّ زُكِنْ**

أي: ترى محلوله معلوما، وهو راجع لكل من المبسوط والمنكوس. فإذا علمت محلول الظل فعند ذلك تنظر إلى العدد البياني من الحاصل الذي دخلت به في الجزء الأول لقول الناظم –رحمه الله–:

ثُمَّ البَيَانِي مُشْعِرٌ بِالبُعْدِ عَنْ * رُتْبَةِ الآحَادِ فَكُنْ مِمَّنْ فَطِنْ**

فإن كان صفرا فتعلم أن الصحيح من محلول الظل الذي علمته مرتبة واحدة، وهي الأخيرة يسارا لقوله:

فَإِنْ يَكُنْ صِفْراً فَقَدْ دَلَّ عَلَى * أَنَّ الصَّحِيحَ رُتْبَةٌ نِلْتَ الْعُلَا**

وإن كان واحدا موجبا فتعلم أن الصحيح مرتبتان من الأخير أيضا، لقول الناظم: «**وواحد لرتبتين قد أشار**»، وإن كان اثنين موجبة فتعلم أنه ثلاث مراتب من الأخير أيضا، وهكذا:(**وهكذا ما العد كان ذا انتشار**»، وذلك بالنظر لكون البياني موجبا «**وهذا إذا كان البياني موجبا**»، فإن كان سالبا دل على أن المحلول كله كسور «**والكسر قط حيث يكون سالبا**»، ثم بعد أن تعرف الصحيح افْصِلْهُ عن غيره ليتميز، وما كان غير صحيح، وهو باقي العدد المفصول منه الصحيح أو جميعه في صورة السلب ركبه «**وما يكن غير صحيح ركب**» بضربه في ست ورفع آخر ضرب للدقائق، ثم ركب الباقي بضربه في ست ورفع آخر ضرب للثواني «**ولترفعن آخر ضرب تصب**»، وهكذا يحصل نوع الظل المطلوب للقوس المفروضة مبسوطا أو منكوسا.

4- أمثلة تطبيقية:

أ- نستخرج الظل الاثني عشري المبسوط للقوس $60°$:

مراحل الإنجاز	التطبيق العلمي
نأخذ أس القامة (12) من الجزء الأول:	1,07918
نرفعها بالضرب في نصف القطر فتصير هكذا: (الضرب يتحول إلى جمع)	1,07918 + 10,00000 11,07918
نقسمها على النسبة الظلية للقوس $60°$. (القسمة تتحول إلى طرح)	11,07918 - 0,23856 10,84062 - 10 0,84062
ندخل بالباقي في الجزء الأول نجد العدد المقابل لمقاربه 6928 وهو محلول الظل.	6928
وحيث إن بياني النسبة المدخول بها في الجزء الأول صفر، دل على أن الصحيح من هذا المحلول مرتبة واحدة وهي: 6 فنفصلها منه ونضع عليها (ص) أي الأصابع، والباقي:	ص 6 928
نركب الباقي بضربه في 6 هكذا:	928 × 6 = 5568 68 × 6 = 408 8 × 6 = 48 $48'''.40''.55'$
يكون المجموع من الصحيح والكسر هو الظل المبسوط للقوس $60°$ درجة أوله أصابع وآخره ثوالث.	$48'''.40''.55'.6^{ص}$

ب- نحسب الظل المنكوس للقوس 60°:

مراحل الإنجاز	التطبيق العملي
نأخذ نسبة القامة:	1,07918
نضربها في النسبة الظلية للقوس 60°:	1,07918 0,23856 + 1,31774
ندخل بالحاصل في الجزء الأول فنجد العدد المقابل لمقاربه 2078 وهو محلول الظل:	2078
وحيث إن بياني الحاصل المدخول به واحد، نفصل مرتبتين من آخر المحلول وهما: 20 يكونان أصابع صحيحة هكذا:	ص 20
الباقي (78) نركبه على ما مر:	8 × 6 = 48 78 × 6 = 468 48″.46′
يكون المجموع من الصحيح والكسر هو الظل المنكوس للقوس 60° درجة أوله أصابع وآخره ثوان.	ص 48″.46′. 20

ثانيا: معرفة القوس من الظل المبسوط والمنكوس

1- القاعدة:

إذا كان لديك ظل معلوم وأردت معرفة قوسه فاستخرج محلول الظل الاثني عشري مشتملا على أربع مراتب، وذلك: إذا كان كله صحيحا ذا أربع مراتب فهي محلوله، أو كان كذلك ومراتبه أقل من أربع فكملها بالأصفار لقول الناظم -رحمه الله-:

الظِّلُّ إِنْ صَحَّ فَصَفِّرْهُ إِلَى *** كَمَالِ أَرْبَعَةٍ إِنْ مِنْهَا خَلَا

حتى تصير أربعا، وتكون محلوله، وإن كان الظل صحيحا وكسرا، أو كسرا فقط فابسط الكسر إلى الثواني، واقسمها على مربع الصاد (3600) قسمة مماثلة لما سلف في استخراج

محلول الجيب كما قال الناظم –رحمه الله–:

وَصَيِّـرِ الكَسْـرَ ثَـوَانٍ وَاقْسِمَـا * لَهَـا عَلَـى مُرَبَّـعِ الصَّـادِ كَمَـا**
مَـرَّ وَكَمِّـلْ أَرْبَعًـا مَـعَ الصَّحِيـحْ * أَوْ وَحْـدَهُ وَإِنْ فَنَـى فَتَسْتَرِيـحْ**

غير أن القسمة هنا إذا كان البسط للثواني لا تكون إلا على مربع الصاد فقط؛ لأن القاعدة في قسمة بسط الكسور إنما تكون على مقامات الكسر المبسوط، ولا كسر هنا إلا الدقائق والثواني. أما الأصابع فهي أعداد صحيحة، وحين القسمة نستخرج من المراتب ما يكمل مع الصحيح – إن وجد – أربع مراتب. أو الأربعة كلها إن لم يوجد، فتكون المراتب المستخرجة هي محلول الظل الاثني عشري مبسوطا أومكنوسا.

فادخل به في الجزء الأول وخذ النسبة المقابلة له، فإذا أخذتها فراع في بيانيها الظل الصحيح الذي عندك لقوله – رحمه الله –:

وَالعَـدَّ قَوِّسْـهُ وَرَاعِ فِـي البَيَـانْ * مَاصَـحَّ وَالسَّالِـبُ إِنْ كَانَ اسْتَبَانْ**

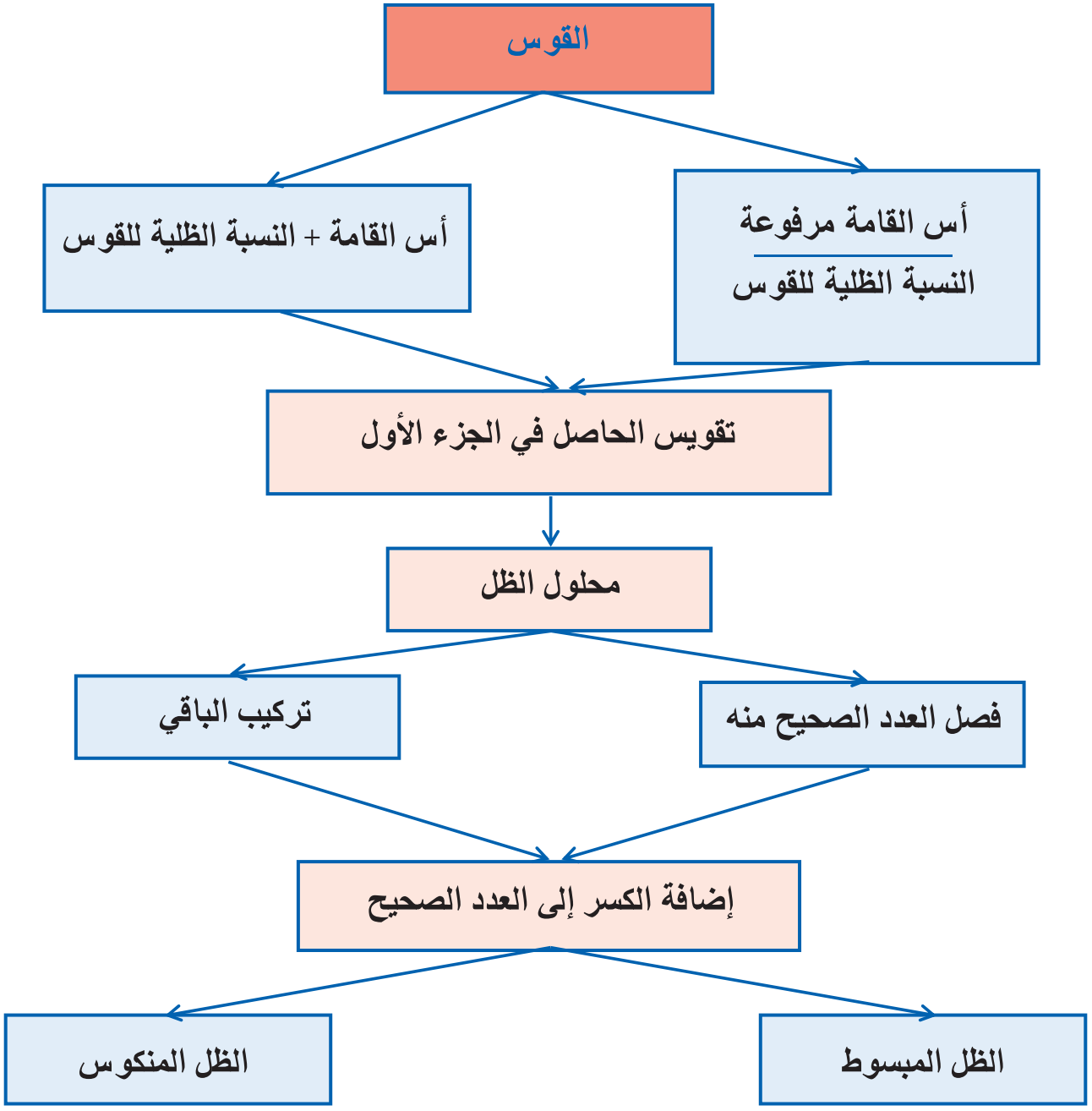
فإن كان ذا مرتبة واحدة فاجعل البياني صفراً، وإن كان ذا مرتبتين فاجعل البياني واحداً، وهكذا، وإن لم يكن في محلول الظل عدد صحيح بأن كان كسراً فقط، فإنك تعتبر المراتب الكسرية كلها عدداً صحيحا، فتجعل بياني النسبة ثلاثة، وتزيد عليه ستة، فيكون المجموع تسعة، وهذا من باب صرف البياني السالب للموجب؛ لأنه بمقتضى كون الأربع مراتب كسراً يكون بياني نسبته واحداً سالبا، وتمامه إلى العشرة تسعة، وبعد وضع العدد البياني للنسبة اقسمها على أس القامة مرفوعة لقوله –رحمه الله–: «**واقسم عليه قامة**» ثم قوس الخارج في النسبة الظلية من الجزء الثاني وخذ قوس تلك النسبة إن كان الظل مبسوطا، وتمام قوسها إن كان منكوسا، تحصل القوس المطلوبة، لقوله – رحمه الله –: «**وادخل بثان خذه أو تمامه**».

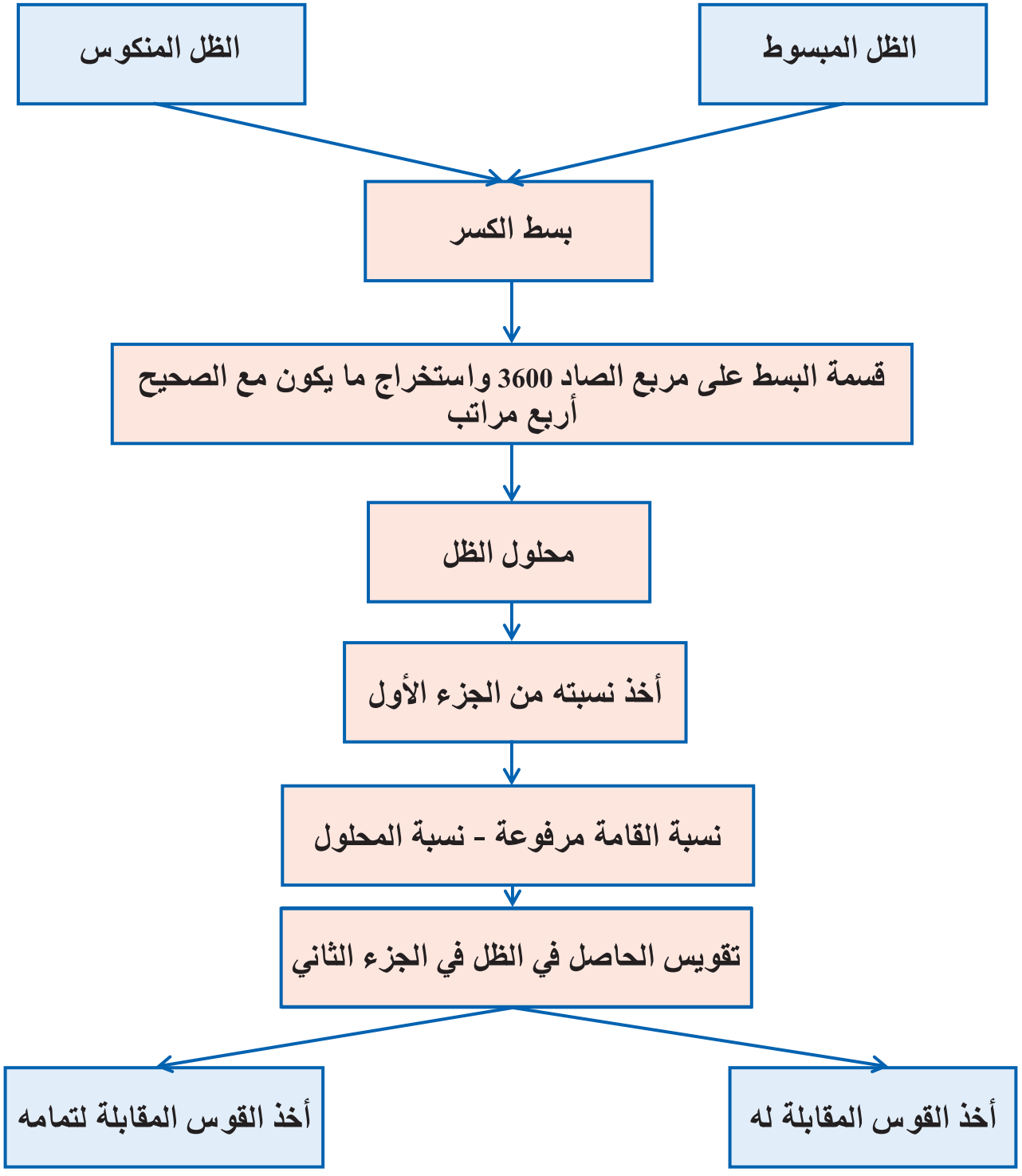
2- مثال تطبيقي:

نستخرج قوس الظل الاثني عشري المبسوط $\overset{ص}{6}\,.'55.''41$:

مراحل الإنجاز	التطبيق العملي
نبسط الكسر للثواني فيكون بسطه:3341	55 60 × 3300 41 + 3341
نقسم البسط على مربع الصاد(3600) مرة بعد أخرى، حتى نستخرج ما إن أضيف إلى صحيح الظل يكون أربع مراتب.	33410 | 3600 - 32400 | 928 010100 - 7200 29000 - 28800 00200
نجعل الحاصل (928) عن يمين الستة الصحيحة، فيصير6928 وهو محلول الظل الاثني عشري.	6928
ندخل به في الجزء الأول في ضلعه العددي، ونأخذ النسبة المقابلة له من غير أخذ للعدد البياني فنجدها:	84061
نجعل بيانيها صفرا؛ لأن الصحيح من المحلول المذكور مرتبة واحدة.	0,84061
نأخذ أس القامة (نسبتها) وهو:	1,07918
نقسمها على نسبة المحلول والحاصل هو النسبة الظلية للقوس المطلوبة (القسمة تتحول إلى طرح).	1,07918 - 0,84061 0,23857
قوسها في الجزء الثاني نجد قوسها، وهي القوس المطلوبة إن كان الظل مبسوطا.	60°
وإن كان الظل منكوسا فخذ تمامها وهو:	30°

ويمكن تلخيص ما سبق في الترسيمتين التاليتين:




الظل المبسوط
الظل المنكوس
بسط الكسر
قسمة البسط على مربع الصاد 3600 واستخراج ما يكون مع الصحيح أربع مراتب
محلول الظل
أخذ نسبته من الجزء الأول
نسبة القامة مرفوعة - نسبة المحلول
تقويس الحاصل في الظل في الجزء الثاني
أخذ القوس المقابلة له
أخذ القوس المقابلة لتمامه

التقويم

1- أعرف في اصطلاح الفلكيين: الظل المبسوط والمنكوس.

2- أنقل الجدول إلى دفتري، وأبين فيه أوجه الاتفاق والاختلاف بين الظل المبسوط والمنكوس:

أوجه الاتفاق	أوجه الاختلاف

3- أستخرج الظل الاثني عشري والمنكوس للقوس: 50°.

الاستثمار

أحسب وأملأ الفراغ بالجدول بما يناسب بعد نقله إلى دفتري:

القوس	الظل المبسوط الاثني عشري	الظل المنكوس
35°		
	$29^{\circ}.31'.48''$	
		$32^{\circ}.58'.12''$

الإعداد القبلي

أراجع دروسي السابقة، وأتعاون مع أصدقائي في إنجاز أنشطة استثمار التعلمات ودعمها.