التقريـــر ITU-R M.2077

تنبؤات الحركة وتقديرات الاحتياجات الطيفية للعنصر الساتلي من النظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام [1] للفترة من 2010 إلى 2020

(2007)

مجال التطبيق

يعرض هذا التقرير تنبؤات الحركة وتقدير الاحتياجات الطيفية للعنصر الساتلي لنظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام للفترة من 2010 إلى 2020. وهو تتمة للتقرير ITU-R M.2023 الذي يشتمل على الاحتياجات الطيفية لنظام IMT-2000 حتى العام 2010. ويقدم هذا التقرير الأساس التقني للاحتياجات الطيفية ذات الصلة المحددة في تقرير الاجتماع التحضيري للمؤتمر (CPM) بشأن البند 4.1 من جدول أعمال المؤتمر WRC-07.

1 مقدمة

والأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000 هي مفهوم ومعيار في مجال الاتصالات يتطوران ضمن الاتحاد الدولي للاتصالات. فالتصور السائد للأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000 هو أنها أنظمة تقدم خدمات في كل مكان بمعدل بيانات عالٍ وغنيٍّ في المضمون إلى مستعملين كثيري التنقل في أي مكان في العالم. والإطار الزمني لإدخال الأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000 قيد الاستعمال هو قرابة العام 2010. ورغم التوقعات بهيمنة موردي خدمة الأرض على خدمات الأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000، سوف يقوم العنصر الساتلي في نظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوزه بأداء دور متكامل في تقديم خدمة الأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000، لا سيما في المناطق النائية حيث لا تتوفر لمقدمي خدمة الأرض سوى تغطية دنيا أولا تغطية قط.

والهدف من هذا التقرير هو تقديم تنبؤات للحركة بما فيها خدمات التوزيع متعددة الوسائط (MM) وكذلك تقديرات للمتطلبات الطيفية للمكون الساتلي لنظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام للفترة من 2010 إلى 2020. وهو يبني على التنبؤات بشأن المشتركين وعلى نماذج الحركة وعلى تطبيق أحدث منهجية لحساب الطيف طبقاً للتوصية ITU-R M.1391 لتحديد الاحتياجات الطيفية.

2 التنبؤ بالحركة

يصف هذا القسم استنباط تنبؤات الحركة للعنصر الساتلي من النظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام. وترد معلومات حول الخدمات والتطبيقات المختلفة المستعملة في كل شريحة. وأخيراً، تُدمج أرقام المشتركين مع الملامح العامة لاستعمال الحركة لكل شريحة لاستنباط التنبؤ العام بالحركة.

---

[1] ترد مجموعة المصطلحات الخاصة بالأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000 في مشروع القرار [IMT-NAME]، المقدم إلى جمعية الاتصالات الراديوية في 2007 (RA-07) للنظر فيه واعتماده. وينبغي أن تراعي التنقيحات في المستقبل على هذا التقرير أي قرارات قد تتخذها جمعية الاتصالات الراديوية لعام 2007.

1.2 أرقام المشتركين

يَستخدم التقرير كخط أساسي نتائج دراسات مستفيضة عن احتياجات المستعمل تبين عدد المشتركين في الخدمة المتنقلة الساتلية MSS على النطاق العالمي كما يرد في الجدول 1. ونظراً للتطورات السريعة التي طرأت بعد استكمال دراسة متطلبات المستعمل المشترك، فقد أجري تعديل طفيف على أرقام العامين 2010 و2011 ليعكس الوضع القائم في الفترة الواقعة بين 2002 و2005 حيث ازداد عدد المشتركين في الخدمة MSS من 000 643 في نهاية عام 2002 إلى 000 402 1 بحلول نهاية عام 2005 مفضياً إلى معدل نمو سنوي قدره 29%. والأرقام المعدلة للعامين 2010 و2011 هي 2,17 و2,43 مليون مشترك على التوالي. وقد تم انتقاء سيناريوهين بمعدل نمو سنوي 9% و14% ليمثّلا تطوراً متشائماً ومتفائلاً على التوالي. ونقطة الانطلاق لهذين السيناريوهين هي 1,4 مليون مشترك ثابت في الخدمة MSS في مطلع عام 2006. ولاستنباط التنبؤات بشأن المشتركين في الخدمة MSS بالنسبة للأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000، أُخذت متغيّرات استيعاب مختلفة في الاعتبار مثل معدلات نمو الأنظمة الخلوية وتغلغلها، ومعدلات نمو التكنولوجيات الترحالية (أي IEEE 802.16 وIEEE 802.20) وتغلغلها، ونصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي بما في ذلك معدلات النمو وتوزيع السكان. وبالنسبة لأقاليم آسيا وأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وأوروبا وإفريقيا والدول العربية، طُبِّقت متغيّرات استيعاب بشكل منفصل مع مراعاة الشرائح المختلفة للمستعملين (استعمال خاص ومهني وشركات ومؤسسات) وبيئات الاستخدام المختلفة (حضرية وريفية).

الجدول 1

المشتركون في الخدمة MSS على النطاق العالمي في الأنظمة التي تتجاوز النظام IMT-2000 من عام 2010 إلى عام 2020

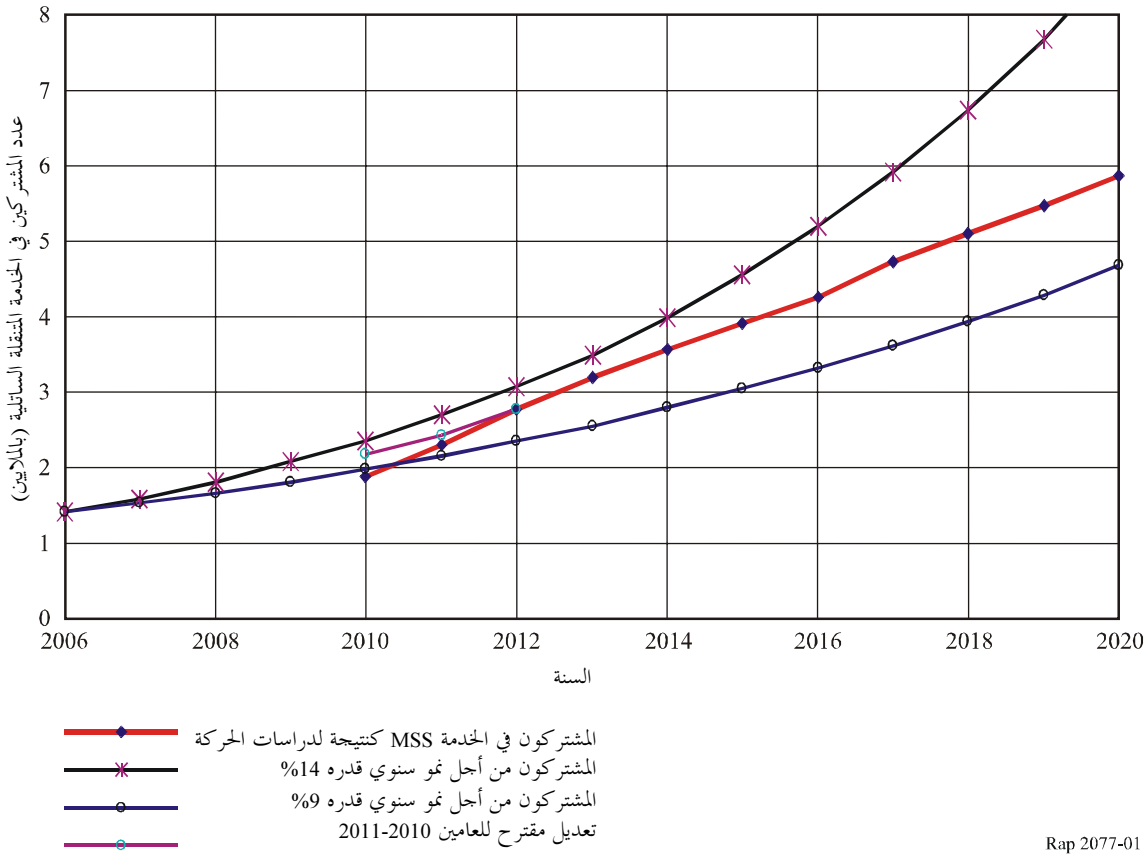
المشتركون ('000)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
آسيا	690,75	893,83	1 109,85	1 332,78	1 547,54	1 756,76	1 966,21	2 253,40	2 506,80	2 770,32	3 053,13
أمريكا الشمالية	335,81	405,54	475,56	536,59	585,76	626,48	663,01	718,10	755,01	790,20	825,47
أمريكا الجنوبية	56,33	71,45	88,14	104,67	120,22	135,10	149,95	170,33	187,72	205,78	224,99
أوروبا	751,03	896,69	1 038,76	1 158,47	1 249,92	1 321,94	1 384,63	1 484,69	1 545,75	1 602,53	1 659,05
إفريقيا والدول العربية	23,48	25,80	30,69	35,64	40,48	45,16	49,68	54,91	59,89	65,44	70,81
إجمالي الخدمة البرية	1 857,40	2 293,31	2 742,90	3 168,15	3 543,92	3 885,44	4 213,48	4 681,43	5 055,17	5 434,27	5 833,45
الخدمة البحرية	15,45	16,47	19,44	22,20	24,72	27,21	29,67	32,10	34,57	37,31	39,74
خدمة الطيران	2,98	3,13	3,74	4,33	4,88	5,38	5,87	6,36	6,88	7,45	7,95

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
مشتركون ضمن سيناريو منخفض الحركة	1,976	2,154	2,348	2,559	2,790	3,041	3,314	3,613	3,938	4,292	4,678
مشتركون ضمن استعراض معدّل للسوق	2,170	2,425	2,766	3,195	3,574	3,918	4,249	4,720	5,097	5,479	5,881
مشتركون ضمن سيناريو كثيف الحركة	2,365	2,696	3,074	3,504	3,994	4,554	5,191	5,918	6,746	7,691	8,768

يبيّن الشكل 1 نتائج التنبؤ بمتطلبات المستعمل، والتعديلات الطفيفة من أجل العامين 2010 و2011 علاوة على سيناريوهين بمعدلي نمو سنوي 9% و14% على التوالي.

الشكل 1

عدد المشتركين في الخدمة المتنقلة الساتلية MSS



يبين الجدول 2 النسبة المتوقعة للاشتراكات في الخدمة MSS من قبل المستعملين في البر والبحر وفي الطيران للفترة من 2010 إلى 2020. ورغم أن خصائص الأنماط الثلاثة من المشتركين تختلف إلى حد ما عن بعضها بعضاً، فإن تأثيرها على المتطلبات الشاملة من الطيف يعتبر ضئيلاً. وعليه فقد أُخذ مجموع الأنماط الثلاثة للخدمة من أجل الحسابات الطيفية.

الجدول 2

توزيع مستعملي الخدمة MSS من 2010 إلى 2020

نسب المشتركين (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
في الخدمة البرية	99	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2
في الخدمة البحرية	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
خدمة الطيران	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
المجموع	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

يبين الجدول 3 النمو المتنبأ به في المشتركين في التوزيع الساتلي متعدد الوسائط في الفترة من 2010 إلى 2020. وتستند القيم إلى تحليل للمشتركين الأوروبيين في خدمات التوزيع الساتلي متعدد الوسائط. وتستند الدراسة إلى تجمع سكاني مفترض من 252 مليون نسمة بحلول عام 2020 في بلدان فرنسا وألمانيا وإيطاليا وإسبانيا والمملكة المتحدة.

الجدول 3

أعداد مشتركي التوزيع الساتلي متعدد الوسائط في الفترة من 2010 إلى 2020

السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
تغلغل التوزيع الساتلي كنسبة مئوية من إجمالي المشتركين الأوروبيين في الخدمة المتنقلة (%)	4,60	6,20	8,00	10,00	11,90	13,90	25,20	16,40	17,20	17,70	18,00
المشتركون بالتوزيع الساتلي (بالملايين)	11,59	15,62	20,16	25,20	29,99	35,03	38,30	41,33	43,34	44,60	45,36

2.2 تصنيف المستعملين

أُخذت أربع مجموعات مختلفة من المستعملين في الاعتبار لاستنباط عدد المشتركين في الخدمة MSS في الجدول 1:

المستعملون من الشركات: منظمات كبيرة تتطلب خدمات متنقلة لتطبيقاتها التجارية الحرجة مثل تتبع الأصول.

المستعملون من المؤسسات: أفراد ومنظمات عاملون في القطاع الحكومي في مجالات من قبيل الاستجابة للطوارئ وخدمات الطيران وخدمات السلامة البحرية.

المستعملون المحترفون: تضم هذه الفئة أفراداً يعملون في مشاريع أعمال تتطلب اتصالات متنقلة لأداء وظائفهم بمزيد من الفعالية، ومنظمين وأفراداً من الخاصة في شريحة الدخل العليا.

المستعملون العاديون: أفراد عاديون يستعملون الخدمات المتنقلة المتاحة لسوق الجمهور فضلاً عن الخدمات المتنقلة المتخصصة.

يبيّن الجدول 4 الفئات المختلفة للمستعملين المرتبطة بالمجموعات المختلفة من المستعملين بحسب البيئة.

الجدول 4

فئات المستعملين بحسب البيئة

	حضرية	ضواحي	ريفية
المستعملون من الشركات	وسائل الإعلام تجارة التجزئة الأغذية والمشروبات لخدمات النقل	بناء آلات الأغذية والمشروبات طيران/فضاء محركات/التغليف	كيمائية زراعية الترفيه والسفر الأغذية والمشروبات
المستعملون من المؤسسات	الجامعات المكتبات	الجامعات المكتبات مراكز البحوث المستشفيات	الجامعات المكتبات المستشفيات
المستعملون المحترفون	المقاولون المصرفيون المستشارون	الأطباء مهنيو تكنولوجيا المعلومات	الأطباء مهنيو تكنولوجيا المعلومات الترفيه والسفر
المستعملون العاديون	الأطفال والشباب والمراهقون العازبون الجاليات الأجنبية	مجتمعات العائلات الشابة	الأسر التي استقل عنها أبناؤهم

3.2 الخدمات والتطبيقات الراديوية المستعملة في كل فئة

يتطابق تصنيف الخدمات المستعمل في هذا التقرير مع التصنيف الوارد في التقرير ITU-R M.2023 بشأن المتطلبات الطيفية لنظام IMT-2000. تُقسم الخدمات أساساً إلى خدمات متعددة الوسائط وأخرى غير متعددة الوسائط. وتستند الخدمات متعددة الوسائط إلى خدمات مبدلة بالرزم، في حين أن الخدمات غير متعددة الوسائط هي خدمات معظمها خدمات صوت وبيانات مبدلة بالدارات. وتنقسم الخدمات متعددة الوسائط وغير متعددة الوسائط أيضاً إلى أقسام فرعية كما يلي:

1.3.2 الخدمات غير متعددة الوسائط

الصوت: يُفترض معدل تشفير صوت قدره 16/8 kbit/s في التقرير ITU-R M.2023، لكن معظم أنظمة MSS تستعمل الآن معدلات أقل من ذلك وبعضها يستعمل معدلات منخفضه قدرها 2,4 kbit/s.

بيانات منخفضة السرعة: خدمات بيانات بأسلوب الدارات، يحدد التقرير ITU-R M.2023 معدلين 16/9,6 kbit/s، لكن يُفترض هنا اشتمالها على أي من خدمات البيانات الحالية بأسلوب الدارات حتى 64 kbit/s.

المراسلات: مراسلات بمعدل بيانات منخفض عند 4,8/2,4 kbit/s. ولم تدرج هذه كفئة منفصلة في التقرير ITU-R M.2023، غير أنه يجري تناولها بشكل منفصل هنا نظراً للعدد الكبير من المشتركين في هذه الخدمات عبر السواتل المتنقلة.

2.3.2 الخدمات متعددة الوسائط

الصوت: يُفترض معدل تشفير صوت قدره 16/8 kbit/s في التقرير ITU-R M.2023، لكن يرجح أن تستخدم الخدمات الجديدة معدلات تشفير صوت أقل من ذلك بكثير بحيث قد تنخفض حتى 2,4 kbit/s.

بيانات منخفضة السرعة: خدمات المراسلات والبريد الإلكتروني (دون مرفقات) عند 16/9,6 kbit/s.

الخدمات اللاتناظرية: خدمات باتجاه واحد تتضمن نقل الملفات والنفاذ إلى قواعد البيانات والشبكة الداخلية/الإنترنت والبريد الإلكتروني (دون مرفقات) ونقل الصور وما إلى ذلك عند 144 kbit/s.

الوسائط المتعددة التفاعلية: المؤتمرات الفيديوية والمهاتفة الفيديوية بسرعة بيانات تبلغ نحو 144 kbit/s.

خدمة توزيع الوسائط المتعددة: وصلة أمامية متعددة الإرسال بمعدل بيانات موجة حاملة يبلغ نحو 2,3 Mbit/s. وستكون وصلة العودة بمعدل منخفض وقد تستعمل وصلة للأرض حيثما تتيّسر. ولا ترد هذه الفئة في التقرير ITU-R M.2023.

يبيّن الجدول 5 الخدمات وأمثلة تطبيقية:

الجدول 5

خدمات وتطبيقات راديوية

الخدمات الراديوية	الخدمات	أمثلة تطبيقية
برية	غير متعددة الوسائط صوت، مراسلات، بيانات منخفضة السرعة متعددة الوسائط صوت، بيانات منخفضة السرعة، لاتناظرية، توزيع	إدارة الأصول، هاتف عمومي، خدمات الهاتف الآمن، البريد الإلكتروني، الفاكس، تجميع الأخبار بالسواتل، النفاذ إلى الإنترنت، المؤتمرات الفيديوية، تلفزيون
بحرية	غير متعددة الوسائط صوت، مراسلات، بيانات منخفضة السرعة متعددة الوسائط صوت، بيانات منخفضة السرعة، لاتناظرية، توزيع	نداء أفراد الطاقم/المسافرين، إدارة الأصول، البريد الإلكتروني، الفاكس، خدمات السلامة، المؤتمرات الفيديوية، النفاذ إلى الإنترنت، تلفزيون، تجميع الأخبار بالسواتل
للطيران	غير متعددة الوسائط صوت، مراسلات، بيانات منخفضة السرعة متعددة الوسائط صوت، بيانات منخفضة السرعة، لاتناظرية، توزيع	نداء المسافرين، البريد الإلكتروني، النفاذ إلى الإنترنت، تجميع الأخبار بالسواتل، المؤتمرات الفيديوية، الراديو، خدمات الحركة الجوية، توزيع الوسائط المتعددة

4.2 الملامح العامة للاستعمال

تستند الملامح العامة للاستعمال في الجدول 6 إلى التقرير ITU-R M.2023 وتصنَّف بحسب نمط الخدمة.

الجدول 6

مستويات الاستعمال الشهري المستقاه من التقرير ITU-R M.2023

النمط	الوحدات	2005	2010	التعليقات
غير متعدد الوسائط				
صوت	كحد أدنى 16/s kbit	73	71	
بيانات منخفضة السرعة	kbytes	8 365	8 175	70 دقيقة/شهر تقريباً بمعدل 16 kbit/s
متعدد الوسائط				
صوت	كحد أدنى 8/s kbit	20	26	
بيانات منخفضة السرعة	kbytes	2 584	3 380	25 دقيقة/شهر تقريباً بمعدل 16 kbit/s
لاتناظري	kbytes	26 154	34 247	35 دقيقة/شهر تقريباً بمعدل 144/104 kbit/s
تفاعلي	كحد أدنى 144/s kbit	2	2	منخفض لأن جزءاً صغيراً فقط (10% إلى 20%) من المستعملين المتنبأ بهم سيستعملون الخدمة

بالنسبة للتوزيع متعدد الوسائط (مثل التلفزيون الساتلي المتنقل)، ليس لعدد المشتركين والملامح العامة للاستعمال الشهري لكل مشترك صلة مباشرة بالتنبؤ بالحركة. ويعزى ذلك إلى الطبيعة الملازمة لهذه الخدمات، حيث سيوزع الحجم نفسه من الحركة بصرف النظر عن كونها تُستقبل من واحد أو من العديد من المستقبلات/المشتركين. وسيُحدد حجم توزيع حركة الوسائط المتعددة من التقديرات التجارية لصبيب القناة ومن عدد القنوات اللازمة لتقديم خدمة توزيع متعدد الوسائط. ويُفترض أن الطلب على خدمات من قبيل التلفزيون الساتلي المتنقل والوسائط الغنية سيتزايد مستأثراً بجزء الحركة المتنقلة للأرض لأن الخدمات الساتلية مهيأة أصلاً لتقديم برامج على نطاق واسع مقارنةً بالخدمات للأرض.

الجدول 7

التنبؤ بحركة التوزيع الساتلي متعدد الوسائط (Mbites/Month)

التنبؤ بحركة التوزيع متعدد الوسائط/السنة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
صبيب القناة (kbit/s)	256	256	256	512	512	512	1 024	1 024	1 024	1 536	1 536
عدد القنوات اللازمة استناداً إلى دراسة متطلبات المستعمل	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40
ملايين الميغا بايتات/شهر	2,5	2,5	2,5	5	5,8	5,8	11,6	11,6	13,2	19,9	19,9
عدد القنوات المفترضة لسيناريو خفيف الحركة	17	17	17	17	17	26	26	26	26	26	26
ملايين الميغا بايتات/شهر لسيناريو خفيف الحركة	1,4	1,4	1,4	2,8	2,8	4,3	8,6	8,6	8,6	12,9	12,9
عدد القنوات المفترضة لسيناريو كثيف الحركة	26	26	26	26	26	35	35	35	35	35	35
ملايين الميغا بايتات/شهر لسيناريو كثيف الحركة	2,2	2,2	2,2	4,3	4,3	5,8	11,6	11,6	11,6	17,4	17,4

يبيّن الجدول 7 التنبؤ بحركة التوزيع متعدد الوسائط قيد الدراسة. وقد أفضت دراسات متطلبات المستعمل إلى تنبؤات فيما بين 30 و40 قناة كما يظهر في الصف الثاني الذي يستلزم بعض التعديلات ليعكس تقاسم الحركة مع موردي خدمة آخرين عبر الشبكتين الخلوية الأرضية والساتلية. وافتُرضت 17 قناة بالنسبة لسيناريو الحركة الخفيفة و35 قناة لسيناريو الحركة الكثيفة، على التوالي. وترد أحجام الحركة ذات الصلة في الصفين 6 و8 من الجدول 7.

5.2 حركة المستعملين لكل تطبيق خدمة

يستمد هذا القسم حركة المستعملين لكل تطبيق خدمة لكل من أنماط الخدمة المحددة. وافتُرض أن التفاوت في تطبيقات الخدمة يُعزى إلى الخدمات المستعملة وليس إلى الملامح العامة للاستعمال الخاصة بالخدمات فرادى. يبيّن الجدول 8 الاستعمال الشهري للخدمات الفرادى مع عوامل التعديل السنوي لتطبيقات الخدمة فرادى.

الجدول 8

مستويات الاستعمال لتطبيقات الخدمة المتنوعة

سيناريو الحركة الخفيفة	تطبيقات متعددة الوسائط					تطبيقات غير متعددة الوسائط		
	صوت	تفاعلية	لا تناظري أمامي	لا تناظري عودة	منخفض السرعة	منخفض السرعة	مراسلات	صوت
مستويات الاستعمال الشهرية لكل مستعمل (دقيقة أو ميغا بايتة)	26,00	2,16	17,13	8,56	3,38	8,18	0,004	71,00
عامل التعديل السنوي لمستويات الاستعمال	1,053	1,000	1,000	1,000	1,058	0,996	1,000	0,994

سيناريو الحركة الكثيفة	تطبيقات متعددة الوسائط					تطبيقات غير متعددة الوسائط		
	صوت	تفاعلية	لا تناظري أمامي	لا تناظري عودة	منخفض السرعة	منخفض السرعة	مراسلات	صوت
مسويات الاستعمال الشهرية لكل مستعمل (دقيقة أو ميغا بايتة)	26,00	2,16	25,69	18,24	3,38	8,18	0,004	71,00
عامل التعديل السنوي لمستويات الاستعمال	1,053	1,000	1,050	1,050	1,058	0,996	1,000	0,994

يبيّن الجدول 9 حصة الحركة بين الوسائط المتعددة MM والوسائط غير المتعددة non-MM كجزء من المكون الساتلي من النظام IMT-2000 وما بعد IMT-2000. ومن المفترض أن يستمر نمو الاحتياجات من الخدمات متعددة الوسائط فيما ستواصل الخدمات غير متعددة الوسائط انخفاضها. وقد استمدت أرقام حركة الصوت متعدد الوسائط باستعمال أرقام التقرير ITU-R M.2023 للعام 2010 وزيادة مستوى الاستعمال بحوالي 5% سنوياً. ويُفترض أن تبقى أرقام الخدمات التفاعلية متعددة الخدمات ثابتة للسيناريو الخفيف الحركة وتبين زيادة قدرها 5% سنوياً للسيناريو الكثيف الحركة.

الجدول 9

حصة الحركة (%) بين الخدمات الساتلية متعددة الوسائط (MM) وغير متعددة الوسائط (non-MM)

الحصة في السوق للخدمات الساتلية متعددة الوسائط (MM) وغير متعددة الوسائط (non-MM)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
النسبة المئوية لاستعمال الخدمات غير متعددة الوسائط non-MM	40	38	36	34	33	31	29	28	27	25	24
النسبة المئوية باستعمال الخدمات متعددة الوسائط (MM)	60	62	64	66	67	69	71	72	73	75	76

استمدت أرقام الحركة اللاتناظرية متعددة الوسائط من أرقام التقرير ITU-R M.2023 للعام 2010. ورقم الاستعمال الشهري 34 Mbyte/الشهر/المشترك يساوي تقريباً 1 Mbyte/اليوم/المشترك، وهو تقدير معقول لتطبيقات نمط نقل إنترنت/بريد إلكتروني/ملف. واستمدت أرقام حركة البيانات منخفضة السرعة متعددة الوسائط باستعمال أرقام التقرير ITU-R M.2023 للعام 2010 وزيادة مستوى الاستعمال بمعدل 5,8% سنوياً.

تُعرض أرقام التوزيع متعدد الوسائط في الجدول 7. ومع أن الخدمات الساتلية للتوزيع متعدد الوسائط ليست معروضة في الوقت الحاضر، يُفترض أن هذه الخدمات ستنطلق في الإطار الزمني للعام 2010.

استمدت أرقام حركة البيانات منخفضة السرعة باستعمال أرقام التقرير ITU-R M.2023 للعام 2010 وخفض مستوى الاستعمال بمعدل 0,4% سنوياً.

يُفترض أن جميع مستعملي المراسلات غير متعددة الوسائط يولدون 0.004 ميغا بايتة من الرسائل شهرياً. ويستند ذلك إلى رقم قدره 1 kbit من الرسائل التي يولدها كل مستعمل يومياً. ولا يُعتبر أن حجم الرسالة سيتغيّر مع الوقت. وبالتالي، تُثبّت سوية استعمال هذه الخدمة. واستُخرجت أرقام حركة الصوت متعدد الوسائط باستعمال أرقام التقرير ITU-R M.2023 للعام 2010 وخفض مستوى الاستعمال بمعدل 0,6% سنوياً. ويتفق ذلك مع الاتجاه العام للخدمات غير متعددة الوسائط مقارنة بالخدمات متعددة الوسائط.

6.2 التنبؤ بحجم الحركة

يبيّن الجدولان 10 و11 إجمالي أحجام الحركة متعددة الوسائط وغير متعددة الوسائط شهرياً لخدمات الصوت والبيانات على التوالي. تستمد هذه الأرقام بضرب الملامح العامة للاستعمال المعروضة في الجدول 8 في أعداد المشتركين المعدلة بحصة الحركة المعروضة في الجدول 9 وبعوامل النمو السنوي المبينة في الجدول 8.

الجدول 10

إجمالي حركة الصوت متعدد الوسائط وغير متعدد الوسائط شهرياً

حركة الصوت (مليون دقيقة/شهر) لسيناريو الحركة الخفيفة	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
حركة الصوت متعددة الوسائط (MM)	30,8	36,6	43,3	51,3	59,7	70,6	83,4	97,1	113,0	133,2	154,9
حركة الصوت غير متعددة الوسائط (Non-MM)	56,1	57,8	59,3	60,7	63,8	64,9	65,8	68,9	71,9	72,2	75,1

حركة الصوت (ملايين الدقائق/شهر) لسيناريو الحركة الكثيفة	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
حركة الصوت متعددة الوسائط (MM)	36,9	45,8	56,7	70,2	85,5	105,8	130,6	159,0	193,5	238,7	290,4
حركة الصوت غير متعددة الوسائط (Non-MM)	67,2	72,3	77,6	83,1	91,4	97,3	103,1	112,8	123,2	129,3	140,7

الجدول 11

إجمالي حركة البيانات متعددة الوسائط وغير متعددة الوسائط شهرياً

حركة البيانات (مليون ميغا بايتة/شهر) لسيناريو الحركة الخفيفة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM حركة تفاعلية	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,1	5,6	6,2	7,0	7,7
MM حركة أمامية لاتناظرية	20,3	22,9	25,7	28,9	32,0	35,9	40,3	44,5	49,2	55,1	60,9
MM حركة عودة لاتناظرية	10,2	11,4	12,9	14,5	16,0	18,0	20,1	22,3	24,6	27,6	30,4
MM حركة بيانات منخفضة السرعة	4,0	4,8	5,7	6,8	7,9	9,4	11,2	13,0	15,3	18,1	21,1
Non-MM حركة بيانات منخفضة السرعة	6,5	6,7	6,9	7,0	7,4	7,6	7,7	8,0	8,4	8,5	8,8
Non-MM حركة مراسلات	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

حركة البيانات (مليون ميغا بايتة/شهر) لسيناريو الحركة الكثيفة	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM حركة تفاعلية	3,1	3,6	4,2	5,0	5,8	6,8	8,0	9,2	10,6	12,5	14,4
MM حركة أمامية لاتناظرية	36,5	45,1	55,7	68,8	83,6	103,0	126,9	154,0	186,9	229,9	278,8
MM حركة عودة لاتناظرية	25,9	32,0	39,6	48,8	59,3	73,1	90,1	109,3	132,7	163,2	198,0
MM حركة بيانات منخفضة السرعة	4,8	6,0	7,4	9,3	11,3	14,1	17,5	21,4	26,1	32,4	39,6
Non-MM حركة بيانات منخفضة السرعة	7,7	8,3	9,0	9,6	10,6	11,3	12,0	13,2	14,4	15,2	16,5
Non-MM حركة مراسلات	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008

3 تقييم الاحتياجات الطيفية

1.3 المنهجية

تعرّف التوصية ITU-R M.1391 المعادلات التالية لحساب متطلبات الطيف لأنظمة IMT-2000 متعددة الوسائط وغير متعددة الوسائط.

1.1.3 الحركة متعددة الوسائط

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left\lceil \frac{T_{BH} \cdot 8000}{3600 \cdot eff \cdot R} \right\rceil \quad (1)$$

المعادلة الأساسية المطلوبة لحساب احتياجات الطيف S (MHz) لأغراض الخدمات متعددة الوسائط هي التالية:

حيث:

N_{beams}: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات

T_{BH}: الحركة في الحزمة في ساعة الازدحام (Mbytes)

B: عرض نطاق الموجة الحاملة (MHz)

eff: عامل فعالية لمراعاة متوسط حمولة كل موجة حاملة

R: متوسط معدل البيانات الفعلي لموجة حاملة (kbit/s).

وحيث الرمز ⌈ ⌉ يعني أنه تم تقريب القيمة للعدد الصحيح التالي. وذلك ضروري لضمان عدد صحيح للموجات الحاملة. وتجري عادة توقعات الحركة بالنسبة لعدد من فئات الحركة استناداً إلى بيئات مختلفة، كالطيران أو البرية أو البحرية مثلاً، ولمختلف الخدمات أيضاً مثل الخدمات المتنقلة أو الأنظمة القابلة للنقل أو الأنظمة المحمولة على مركبات. وتحسب الحركة في ساعة الازدحام، T_{BH}، بإضافة متطلبات الحركة في كل فئة من هذه الفئات (المعادلة (2a)). ونظراً إلى أن توقع الحركة يعبر عنه إما بالميغابايتات/شهر (لحركة البيانات) وإما دقيقة/شهر (لحركة الصوت، مثلاً) فمن الضروري تحويل هذه القيم المقدَّرة إلى وحدات Mbytes في ساعة الازدحام. وتطبق لهذا الغرض المعادلات التالية:

$$T_{BH} = \sum_i T_i \tag{2a}$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot p_{BHi} \cdot p_{HSi} \cdot H_i}{MD_i \cdot N_{beams}} \tag{2b}$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot 60 \cdot R_{VC} \cdot p_{BHi} \cdot p_{HSi} \cdot H_i}{8\,000 \cdot MD_i \cdot N_{beams}} \tag{2c}$$

حيث:

T_{Mi}: الحجم الإجمالي المتوقع للحركة في الشهر فيما يتعلق بفئة الحركة i؛ إذا تحددت هذه القيمة بالوحدات Mbytes تُستخدم المعادلة (2b) وإذا تحددت بالدقائق تستعمل المعادلة (2c)

R_{VC}: معدل التشفير (kbit/s)

p_{BHi}: الجزء النهاري من الحركة الذي يتم في ساعات الازدحام للفئة i

p_{HSi}: جزء من الحركة الإجمالية يُرصد في زمرة الحركة الكثيفة ويتعلق بفئة الحركة i

H_i: عامل التخالف في ساعة الازدحام (بين 0 و1) فيما يتعلق بفئة الحركة i (راجع الفقرة 3.2.5)

MD_i: نسبة التحويل من شهور إلى أيام في فئة الحركة i

N_{beams}: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات.

ويجدر التذكير بأن هذه المعادلات تفترض أن الحركة توزع بانتظام على الحزم في زمرة الحركة الكثيفة. وذلك للتبسيط الذي قد يقود أحياناً إلى التقليل من تقدير متطلبات الطيف.

1.1.1.3 تطبيق لحركة البث الإذاعي/البث الإذاعي المتعدد

حركة البث الإذاعي/البث الإذاعي المتعدد حالة خاصة من الحركة متعددة الوسائط. وثمة ضرورة لإجراء بعض الافتراضات:

في المعادلة (1):

eff: يساوي 1 في هذه الحالة لأن حركة البث الإذاعي/البث الإذاعي المتعدد هي حركة حمولة كاملة؛

T_{BH}: T هي حركة الإرسال المتعدد المتوقع (Mbyte) لتوفير خدمة في منطقة تغطيها حزمة واحدة نظراً إلى أن مفهوم ساعات الازدحام لا ينطبق على حالة البث الإذاعي/البث الإذاعي المتعدد.

وبناء على ذلك، يمكن اشتقاق ما يلي:

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left\lceil \frac{T \cdot 8\,000}{3\,600 \cdot R} \right\rceil \quad (3)$$

في المعادلة (2b):

T_M: الحركة الإجمالية المتوقعة شهرياً مقدّرة بالميغابايتات

p_{BH}: الجزء النهاري من الحركة في ساعة الازدحام (عادة p_{BH} = 1/24)

p_{HS}: يساوي 1 في هذه الحالة لأن الحركة لا ترتبط بالموقع الجغرافي للمستعمل

H: يساوي 1 لأن الحركة ستوزع زمنياً بالتساوي ولأن مفهوم ساعة الازدحام لا ينطبق على حركة البث الإذاعي

MD: نسبة التحويل من شهور إلى أيام (عادة MD = 30 في حركة البث الإذاعي المتعدد)

N_{beams}: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات.

وأخيراً، يمكن استنتاج ما يلي:

$$T = \frac{T_M \cdot p_{BH}}{MD \cdot N_{beams}} \quad (4)$$

2.1.3 الحركة غير متعددة الوسائط

كما ورد في الفقرة 1.3، ثمة ثلاثة أنواع من الحركة غير متعددة الوسائط وهي حركة البيانات بمعدل منخفض وخدمة المراسلات والمهاتفة الصوتية مع افتراض أن كلاً منها تنقل في أنواع مختلفة للموجات الحاملة. ويشار إلى هذه الأنواع الثلاثة من الحركة بالحرف i كدليل في المعادلات التالية.

وفيما يتعلق بالحركة غير متعددة الوسائط (تبديل الدارات)، تستعمل الصيغة Erlang-B لتحويل حركة ساعة الازدحام المقدَّرة بالوحدات Erlang إلى عدد الدارات المطلوب، أي:

$$S_i = N_{beams} \cdot ErlangB\left(T_{Erl,i}, GoS_i\right) \cdot B_i \quad (5)$$

حيث:

N_{beams}: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات

$T_{Erl,i}$: الحركة في ساعات الازدحام في الحزمة (Erlang) لفئة الحركة i

GoS_i: نوعية سير الحركة (احتمال الانسداد) لفئة الحركة i

B_i: عرض نطاق الموجة الحاملة (MHz) لفئة الحركة i.

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot p_{HS,i} \cdot p_{BH,i} \cdot 8\,000}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot R_i \cdot 60 \cdot 60} \quad (6a)$$

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot p_{HS,i} \cdot p_{BH,i}}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot 60} \quad (6b)$$

حيث:

$T_{M,i}$: الحجم الإجمالي المتوقع للحركة شهرياً فيما يتعلق بفئة الحركة i؛ إذا قدرت هذه الحركة بالميغابايتات تستعمل المعادلة (6a)، وإذا قدرت بالدقائق تطبق المعادلة (6b)

H_i: عامل تخالف ساعة الازدحام (بين 0 و1) فيما يتعلق بالحركة i (انظر الفقرة 3.2.5)

$p_{BH,i}$: الجزء النهاري من الحركة الذي يتم في ساعة الازدحام فيما يتعلق بنوع الحركة i

$p_{HS,i}$: جزء من الحركة الإجمالية يرصد في زمرة الحركة الكثيفة ويتعلق بفئة الحركة i

MD_i: نسبة التحويل من شهور إلى أيام فيما يتعلق بنوع الحركة i

N_{beams}: عدد حزم الزمرة مع إعادة استعمال الترددات

R_i: معدل بيانات الموجة الحاملة فيما يتعلق بالحركة i.

وينتج عندئذ مجموع المتطلبات من الطيف الخاصة بالحركة غير متعددة الوسائط من خلال تجميع متطلبات الأنواع الثلاثة المختلفة للحركة، أي:

$$S=\sum S_i \tag{7}$$

3.1.3 تعليقات إضافية بشأن اشتقاق الحركة في ساعات الازدحام

تفترض هذه المنهجية أن احتياجات الحركة مقدرة إما بالميغابايتات في الشهر وإما بالدقائق شهرياً. وتستعمل عوامل التحويل من شهور إلى أيام ومن أيام إلى ساعات ازدحام من أجل حساب الحركة في ساعة الازدحام. وينبغي حساب هذه العوامل على أساس الإحصاءات المتعلقة بالحركة أو السلوك المتوقع للحركة ومع مراعاة المعلَمات الخاصة بنوعية الخدمة مثل التسامح المسموح به للارتقاء في مختلف الخدمات.

ونظراً إلى أنه يوجد في حالة الحركة غير متعددة الوسائط ثلاثة أنواع مختلفة للحركة فإن ساعات الازدحام في كل من هذه الأنماط قد تختلف. وينبغي حساب احتياجات الطيف من حيث ساعة الازدحام الإجمالية. ويتيح عامل تخالف ساعة الازدحام، H، تحويل حركة ساعة الازدحام لكل نمط من الأنماط إلى حركة ساعة ازدحام إجمالية.

2.3 معلمات الدخل

يبين الجدول 12 المعلمات العالمية والافتراضات المستعملة في حساب احتياجات الطيف. وبناءً على التطورات الفعلية خلال العقد المنصرم بالإضافة إلى التطورات المواكبة لأنشطة البحث والتطوير الراهنة، يُفترض تناقص تدريجي في النسبة المئوية للحركة في "نقطة ساخنة" من العام 2010 إلى العام 2020 لمراعاة الدخول المتواصل لأنظمة ساتلية أعلى متعددة الحزم.

الجدول 12

المعلمات العالمية والافتراضات في حساب الطيف

	تطبيقات متعددة الوسائط						تطبيقات غير متعددة الوسائط		
	صوت	تفاعلية	أمامية لاتناظرية	عودة لاتناظرية	منخفضة السرعة	توزيع	منخفض السرعة	مراسلات	صوت
عدد أنظمة MSS التي تتقاسم الحركة	2						3		
جزء الحركة اليومية أثناء ساعة الازدحام، p_{BHi}	0,1					0,042	0,1		
نسبة تحويل شهر إلى يوم، M_{di}	25					30	25		
عامل تعويض ساعة الازدحام، H_i	0,9					1	0,9		
الحزَم في حشد إعادة استعمال التردد، N_{beams}	7					3	7		
معدل التشفير، R_{vc} (kbit/s)	4								
معدل بيانات الموجة الحاملة، R (kbit/s)							6	1	
رتبة الخدمة (1–احتمال سد)، GS							0,01		
عرض نطاق الموجة الحاملة B (MHz)	0,2					5	0,01	0,005	0,01
عامل الفعالية (eff)	0,9					1			
متوسط معدل البيانات الفعال، R (kbit/s)	200					2 300	74		
عامل خدمة التشوير (%)	5,0					0,0		10,0	
سيناريو الحركة الخفيفة	**تطبيقات متعددة الوسائط**						**تطبيقات غير متعددة الوسائط**		
الجزء من الحركة العالمية في حشد نقاط ساخنة، P_{HSi} (%)	15,0 إلى 12,0					100	15,0 إلى 12,0		
خسارة حركة MM لا تناظرية في نقاط ساخنة (%)			50						
حركة عودة MM لا تناظرية نسبة إلى الأمامية (%)				50					
سيناريو الحركة الكثيفة	**تطبيقات متعددة الوسائط**						**تطبيقات غير متعددة الوسائط**		
الجزء من الحركة العالمية في حشد نقاط ساخنة، P_{HSi} (%)	13,0 إلى 6,0					100	13,0 إلى 6,0		
خسارة حركة MM لا تناظرية في نقاط ساخنة (%)			25						
حركة عودة MM لا تناظرية نسبة إلى الأمامية (%)				71					

عرض نطاق الموجة الحاملة لصوت غير متعدد الوسائط البالغ 10 kHz و5 kHz يتسق مع قيم أنظمة MSS الموجودة غير متعددة الوسائط. كما أن عرض نطاق الموجة الحاملة 200 kHz والمعدل الفعال للمستعمل 200 kbit/s المفترضان من أجل أنظمة متعددة الوسائط يتسقان مع خليط أنماط المطاريف الجاري استحداثها حالياً من أجل أنظمة من هذا القبيل. وكذلك فإن معدلي الموجة الحاملة 6 kbit/s و10 kHz لبيانات منخفضة السرعة غير متعددة الوسائط وللمراسلات يتسقان مع القيم في الأنظمة قيد التشغيل الآن. ويُفترض معدل تشفير صوت قدره 4 kbit/s للأنظمة متعددة الوسائط، وهو يقل عن المعدل الشائع استعماله اليوم.

رغم عدم وجود نظام ساتلي للتوزيع قيد التشغيل اليوم، يُتوقع أن نظاماً من هذا القبيل سيستعمل معيار IMT-2000(OFDM QPSK) بعرض نطاق للموجة الحاملة قدره 5 MHz بحيث يجعل من معدل إرسال 2,3 Mbit/s لكل موجة حاملة ممكناً. وعامل التحويل 30 من شهر إلى يوم، من أجل خدمات التوزيع متعددة الوسائط، و25 من أجل الخدمات المتبقية متعددة الوسائط وغير متعددة الوسائط، مأخوذ من التوصية ITU-R M.1391.

يفترض حجم ثلاثة لحشد إعادة استعمال التردد من أجل أنظمة التوزيع متعددة الوسائط، وسبعة للأنظمة الأخرى متعددة الوسائط وغير متعددة الوسائط. ويتسق عامل ثلاثة مع الحزم الأكبر المتوقع استعمالها لخدمات التوزيع متعددة الوسائط. بينما يتسق عامل سبعة مع حجم حشد إعادة استعمال التردد الذي تستعمله أنظمة MSS. وسيقوم عدد من مشغلي السواتل بخدمة السوق مما سيؤدي إلى الافتقار إلى الكفاءة في الطيف الترددي. وتفترض الحسابات المعروضة في هذا التقرير وجود نظامي ساتل متعدد الوسائط وثلاثة أنظمة ساتل غير متعددة الوسائط اعتباراً من 2010. وقد افتُرض انخفاض في حركة النقطة الساخنة يتراوح بين 25% و50% من أجل الخدمات متعددة الوسائط اللاتناظرية لمراعاة إمكانية أن تتمكن شبكات الأرض من تقديم الخدمة المنشودة بتكلفة أقل.

وافتُرضت حركة عودة أدنى للخدمات متعددة الوسائط اللاتناظرية، وهو أمر نمطي بالنسبة لبعض التطبيقات مثل النفاذ إلى الإنترنت ونقل الملفات (تنـــزيل وتحميل) والنفاذ إلى بنوك البيانات والبريد الإلكتروني (استقبال وإرسال) وما إلى ذلك. وافتُرض أن كفاءة الموجة الحاملة ذات الرزم المبدلة هي 90% (أي أن 90% من الموجات الحاملة ذات الرزم المبدلة قد حُمّلت) مما يمثل نظاماً عالي الكفاءة. وافتُرض أن النسبة المئوية للحركة النهارية (اليومية) في ساعة الازدحام هي 10% لكل الأنظمة باستثناء التوزيع متعدد الوسائط، و4,2% (أي خارج ساعة الازدحام) للتوزيع متعدد الوسائط. وافتُرضت رتبة خدمة قدرها 1% للخدمات بتبديل الدارات. ويتسق هذا الرقم مع القيمة التي يستعملها العديد من المشغلين اليوم. ويُفترض عنصر خدمة الطيف بنسبة 10% من أجل حركة التشوير وقناة التحكم اللازمين لدعم الحركة غير متعددة الوسائط. ومتسق ذلك مع القيم في أنظمة MSS الحالية. ومن المتوقع للأنظمة متعددة الوسائط أن تكون أكثر كفاءة وأقل تطلباً لخدمة التشوير. لذا، يُفترض عنصر خدمة 5% للتشوير وبالتالي للطيف من أجل الأنظمة الساتلية متعددة الوسائط. ولا يستلزم التوزيع أي خدمة.

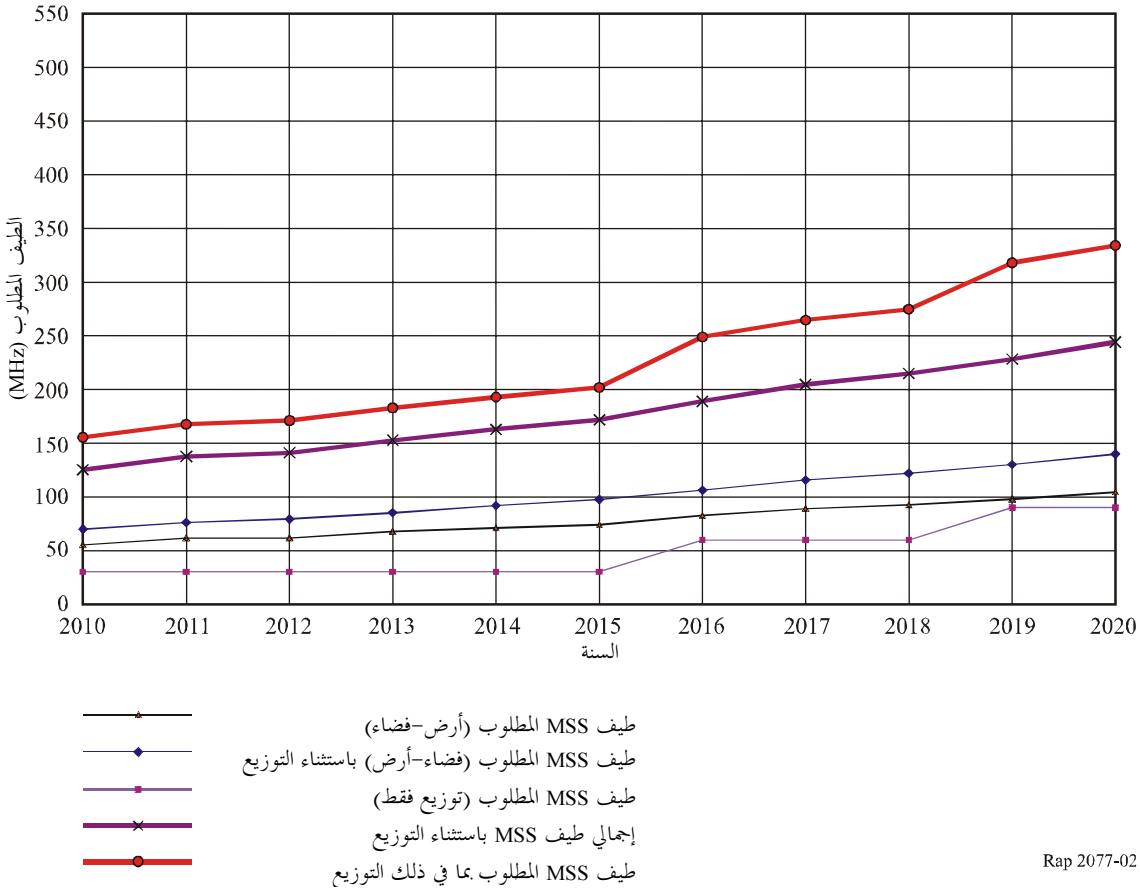
3.3 النتائج

يبين الشكل 2 إجمالي الاحتياجات الطيفية/للعنصر الساتلي من النظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام للفترة من 2010 إلى 2020 من أجل سيناريو الحركة الخفيفة. ويحوي الجدول 13 النتائج التفصيلية لمختلف أنماط الحركة. بينما يبين الشكل 3 الاحتياجات الطيفية من أجل سيناريو الحركة الكثيفة، مع احتواء الجدول 14 على النتائج المفصلة لمختلف أنماط الحركة.

وكما يمكن ملاحظته، يظل الاحتياج الطيفي للخدمات غير متعددة الوسائط ثابتاً تقريباً فيما يرفع الطلب المتزايد على الخدمات متعددة الوسائط من الاحتياجات الطيفية. وتأتي المساهمة الغالبة في الاحتياج الطيفي من الخدمات اللاتناظرية متعددة الوسائط (أي تطبيقات من نمط البريد الإلكتروني والإنترنت والإنترانت وتحميل الملفات) ومن التوزيع متعدد الوسائط (وهذه خدمات ذات نطاق عريض وغنية المحتوى). وتظل غالباً المساهمات في الاحتياجات الطيفية من الخدمات الباقية متعددة الوسائط وغير متعددة الوسائط ثابتة وقليلة نسبياً.

الشكل 2

إجمالي الاحتياجات الطيفية لسيناريو الحركة الخفيفة



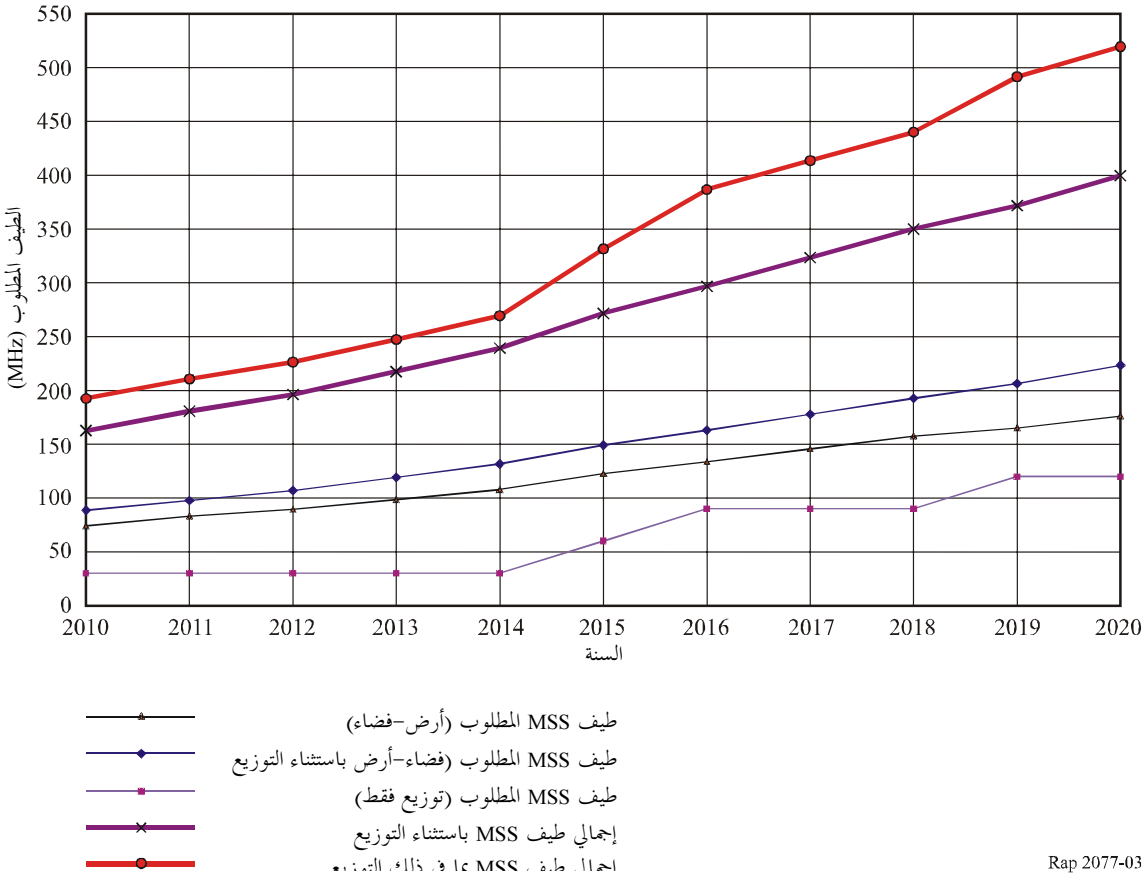
الجدول 13

الاحتياجات الطيفية المفصلة لسيناريو الحركة الخفيفة

إجمالي الطيف المطلوب (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
حركة صوت MM	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
حركة MM التفاعلية	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
الحركة الأمامية اللاتناظرية MM	29,4	32,3	35,3	38,2	44,1	47,0	50,0	55,9	58,8	64,7	70,6
حركة العودة اللاتناظرية MM	14,7	17,6	17,6	20,6	23,5	23,5	26,5	29,4	29,4	32,3	35,3
حركة بيانات منخفضة السرعة MM	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	23,5	26,5
MM حركة توزيع	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	60,0	60,0	90,0	90,0
حركة بيانات منخفضة السرعة Non-MM	17,6	17,8	18,0	18,0	18,5	18,5	18,2	18,7	19,2	18,7	19,2
Non-MM حركة مراسلات	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Non-MM حركة صوت	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3	8,3	8,5	8,3	8,5
طيف MM الكلي (فضاء إلى الأرض دون توزيع)	44,1	50,0	52,9	58,8	64,7	70,6	79,4	88,2	94,1	102,9	111,7
طيف MM الكلي (أرض إلى الفضاء)	29,4	35,3	35,3	41,2	44,1	47,0	55,9	61,7	64,7	70,6	76,4
طيف non-MM الكلي (فضاء إلى الأرض وأرض إلى الفضاء)	26,0	26,2	26,4	26,4	27,1	27,1	26,9	27,4	28,1	27,4	28,1
الطيف الكلي في الاتجاه الأمامي (فضاء إلى الأرض دون توزيع)	70,1	76,2	79,4	85,2	91,8	97,7	106,3	115,6	122,1	130,3	139,8
الطيف الكلي في اتجاه العودة (أرض إلى الفضاء)	55,4	61,5	61,7	67,6	71,2	74,2	82,8	89,1	92,7	97,9	104,5
الإجمالي الكلي للطيف دون توزيع	125,5	137,7	141,1	152,9	163,1	171,9	189,1	204,7	214,9	228,2	244,3
الإجمالي الكلي للطيف مع توزيع	155,5	167,7	171,1	182,9	193,1	201,9	249,1	264,7	274,9	318,2	334,3

الشكل 3

إجمالي الاحتياجات الطيفية لسيناريو الحركة الكثيفة



الجدول 14

الاحتياجات الطيفية المفصلة لسيناريو الحركة الكثيفة

إجمالي الطيف المطلوب (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
حركة صوت MM	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
حركة MM التفاعلية	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
الحركة الأمامية اللاتناظرية MM	47,0	52,9	61,7	70,6	82,3	94,1	105,8	117,6	129,4	144,1	158,8
حركة العودة اللاتناظرية MM	32,3	38,2	44,1	50,0	58,8	67,6	76,4	85,3	94,1	102,9	111,7
حركة بيانات منخفضة السرعة MM	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	20,6	23,5
حركة توزيع MM	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	90,0	90,0	90,0	120,0	120,0
حركة بيانات منخفضة السرعة Non-MM	18,2	18,5	18,7	18,9	19,4	19,4	18,9	19,2	19,2	18,5	18,0
حركة مراسلات Non-MM	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
حركة صوت Non-MM	8,3	8,3	8,5	8,5	8,8	8,8	8,5	8,5	8,5	8,3	8,1
طيف MM الكلي (فضاء–أرض دون توزيع)	61,7	70,6	79,4	91,1	102,9	120,5	135,2	149,9	164,6	179,3	197,0
طيف MM الكلي (أرض–فضاء)	47,0	55,9	61,7	70,6	79,4	94,1	105,8	117,6	129,4	138,2	149,9

الجدول 14 (*نهاية*)

مجمل الطيف المطلوب (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
طيف non-MM الكلي (فضاء–أرض وأرض–فضاء)	26,9	27,1	27,6	27,8	28,5	28,5	27,8	28,1	28,1	27,1	26,4
الطيف الكلي في الاتجاه الأمامي (فضاء–أرض دون توزيع)	88,7	97,7	107,0	119,0	131,4	149,1	163,1	178,0	192,7	206,5	223,4
الطيف الكلي في اتجاه العودة (أرض–فضاء)	74,0	83,0	89,3	98,4	107,9	122,6	133,7	145,7	157,4	165,3	176,4
الإجمالي الكلي للطيف دون توزيع	162,6	180,7	196,3	217,4	239,3	271,7	296,8	323,7	350,1	371,8	399,8
الإجمالي الكلي للطيف مع توزيع	192,6	210,7	226,3	247,4	269,3	331,7	386,8	413,7	440,1	491,8	519,8

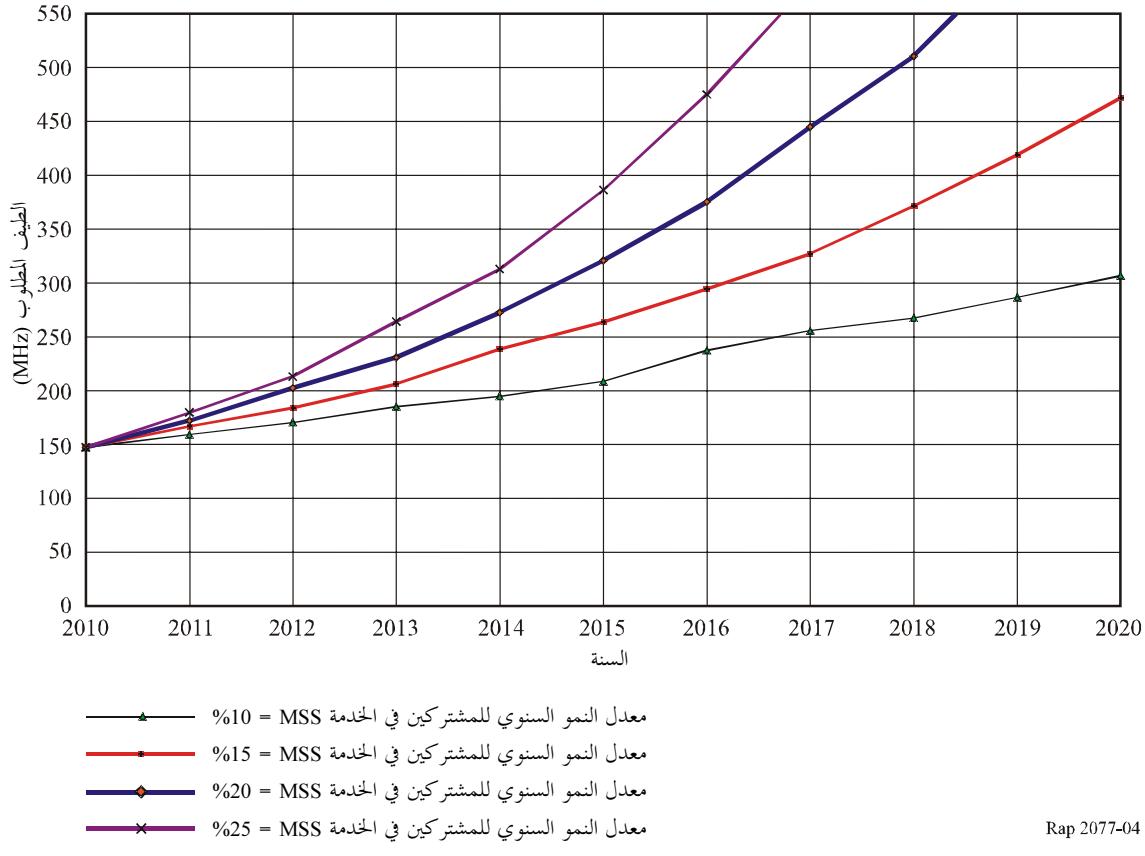
4 تحليل الحساسية

لاستقصاء حساسية الاحتياجات الطيفية، عُدلت معلمات متنوعة تتعلق بسيناريو معتدل اسمي يقع قرابة منتصف الطريق بين سيناريوهي الحركة الخفيفة والحركة الكثيفة.

يبين الشكل 4 تأثير عدد المشتركين، حيث يبدو أن العامل المحرّك للطيف المطلوب هو معدل النمو السنوي لمشتركي MSS.

الشكل 4

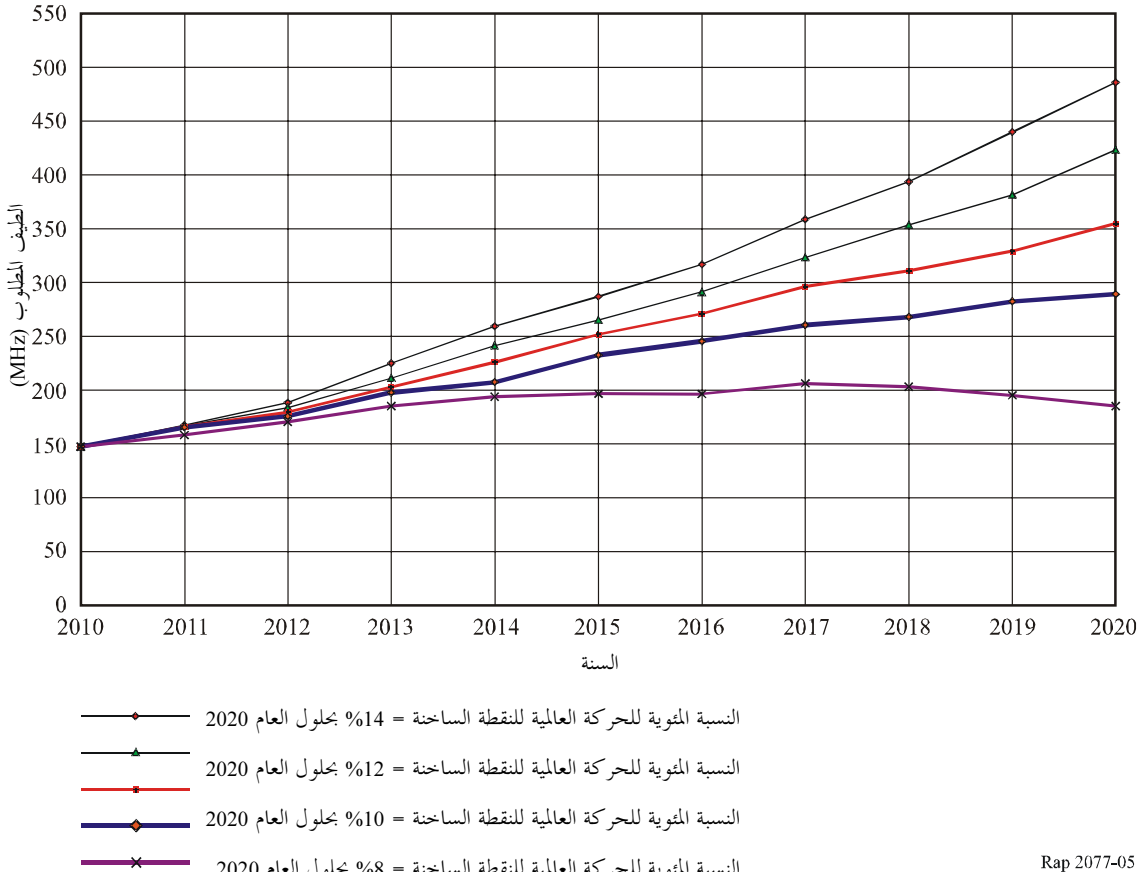
تحليل الحساسية لعدد مشتركي MSS



يبين الشكل 5 تأثير النسبة المئوية للحركة العالمية في حشد أسوأ حالة. ولهذا العامل أيضاً تأثير كبير على الاحتياجات الطيفية في الخدمة MSS. وإلى حد ما، ثمة عامل معوض بين العدد المتزايد للمشتركين والنسبة المئوية للحركة في النقاط الساخنة حيث إن الزيادة الكبيرة في سوق الخدمة MSS ستكون الحافز المحرك لتطوير سواتل جديدة MSS بحزمة نقطية أعلى.

الشكل 5

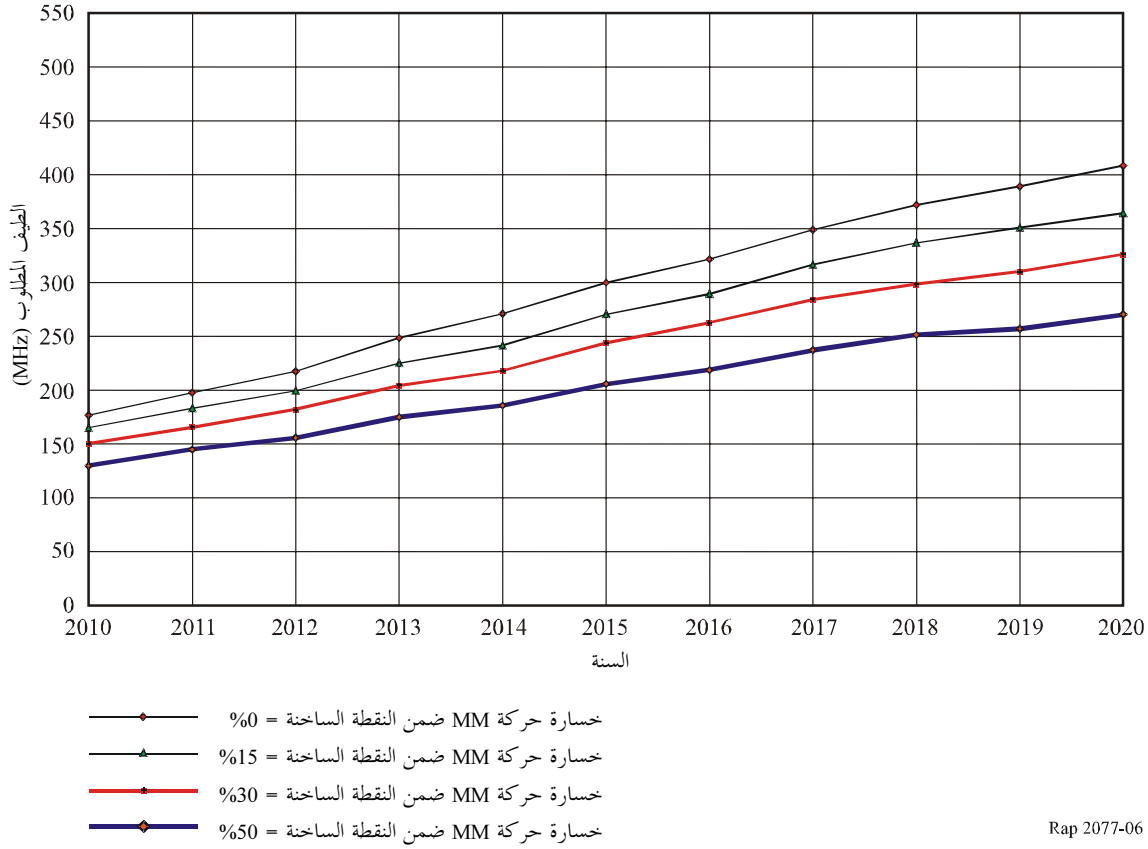
تحليل الحساسية للنسبة المئوية للحركة العالمية في حشد النقاط الساخنة



يبين الشكل 6 تأثير خسارة الحركة ضمن النقاط الساخنة بسبب التقاسم مع الخدمات الأرضية. وليس لهذا التأثير أثراً بالغاً، لكنه قد يعود بالفائدة على موردي خدمة MSS في نشر الحركة بشكل متساو أكثر عبر جميع الحزم الأخرى بحيث يمكن لسعة النظام نفسها أن تخدم فعلاً عدداً أكبر من المشتركين في الخدمة MSS من أجل عرض نطاق معين. وفي الواقع لا ينبغي لعدد المشتركين أن يتأثر بهذا العامل لأنه قد يؤدي إلى انخفاض استعمال مطراف الخدمة MSS في النقاط الساخنة.

الشكل 6

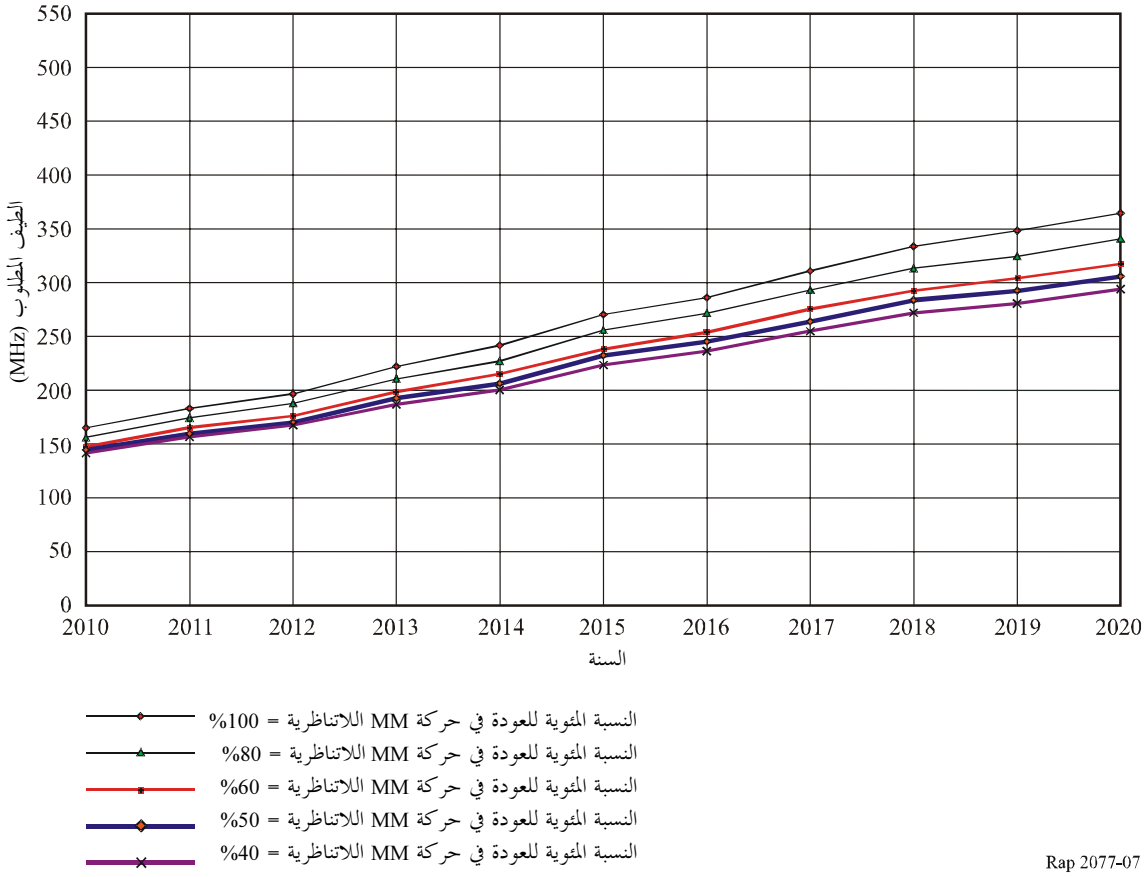
تحليل الحساسية من أجل خسارة الحركة ضمن حشود النقاط الساخنة



يبين الشكل 7 أن تأثير العودة على النسبة الأمامية في خدمات MM اللاتناظرية طفيف بالأحرى.

الشكل 7

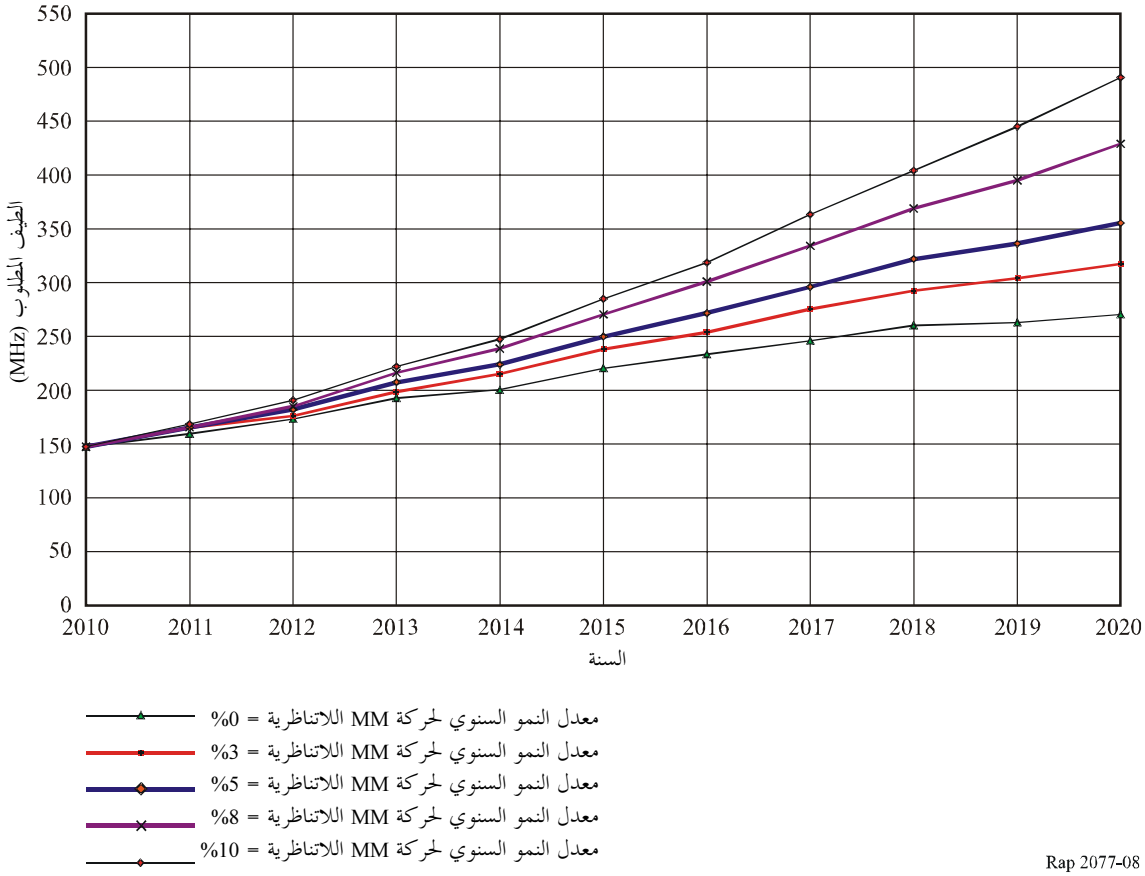
تحليل الحساسية من أجل النسبة المئوية لحركة MM اللاتناظرية



يبين الشكل 8 أثر معدل النمو السنوي لخدمات MM اللاتناظرية الذي قد يصبح عاملاً محركاً إن أصبحت خدمات MSS متعددة الوسائط في متناول شريحة أكبر من المستعملين مع ظهور أنظمة جديدة متقدمة عالية القدرة/عالية الحزم المتعددة.

الشكل 8

تحليل الحساسية من أجل معدل النمو السنوي لخدمات MM اللاتناظرية



Rap 2077-08

5 الخلفية التنظيمية الراديوية

يُعدد الجدول 15 التخصيصات للخدمة MSS في لوائح الراديو (RR) للاتحاد الدولي للاتصالات ITU التي تبلغ 2 × 121,5 MHz. وقد لا يتيسر النطاقان 2 500-2 535 MHz و2 655-2 690 MHz أو أجزاء منهما في بعض المناطق مما يترك فقط حوالي 2 × 86,5 MHz فقط. ويكاد يكون تيسر طيف MSS عالمياً شرطاً لا غنى عنه لتطبيقات النظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام.

الجدول 15

تخصيصات الطيف للخدمة MSS الراهنة في النطاق 1-5 GHz

نطاق الوصلة الصاعدة (MHz)	نطاق الوصلة الهابطة (MHz)	عرض النطاق (MHz)
1 626,5-1 645,5، 1 646,5-1 660,5	1 525-1 544، 1 545-1 559	33 × 2
1 610-1 626,5	2 483,5-2 500	16,5 × 2
1 668-1 675	1 518-1 525	7 × 2
1 980-2 010	2 170-2 200	30 × 2
2 670-2 690	2 500-2 520	20 × 2
2 655-2 670	2 520-2 535	15 × 2
إجمالي الطيف المخصص		**121.5 × 2**

6 خلاصة واستنتاجات

تُعرَض تنبؤات الحركة و الاحتياجات الطيفية للعنصر الساتلي من النظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام للفترة من 2010 إلى 2020. وتُبيَّن الاحتياجات الطيفية الإجمالية من أجل سيناريو متشائم وآخر متفائل في الجدول 16 استناداً إلى تنبؤ محافظ بالمشتركين في العنصر الساتلي من النظام IMT-2000 والأنظمة التي تتجاوز هذا النظام للفترة من 2010 إلى 2020، وبتطبيق منهجية حساب الطيف في التوصية ITU-R M.1391 من أجل أنظمة IMT-2000. والسبب الرئيسي لاختلال التوازن بين اتجاهي الأرض إلى الفضاء والفضاء إلى الأرض هو تطبيقات التوزيع والخدمات متعددة الوسائط اللاتناظرية الأكثر تتطلباً لوصلات الفضاء إلى الأرض.

يستند سيناريو الحركة الخفيفة إلى نمو سنوي قدره 9% للمشتركين في الخدمة MSS بدءً بعدد معروف من المشتركين في الخدمة MSS يبلغ 1,4 مليون في مطلع عام 2006. من ثم ستكون الحوافز ضعيفة لاستثمارات جديدة تسفر عن إدراج متواصل لأنظمة متعددة الحزم العالية بما يزيد على 200 حزمة، وبالتالي لن يكون هناك انخفاض ملموس في النسب المئوية للحركة في النقاط الساخنة. وتدلل الافتراضات الأخرى بخسارة حركة MM لا تناظرية في النقاط الساخنة بحدود 50% وبانعدام النمو في خدمات MM اللاتناظرية وبحركة عودة MM لا تناظرية تبلغ 50% بالنسبة للاتجاه الأمامي. والتوزيع في 17 قناة بيانات لتحقيق الاستعمال الأمثل لعرض نطاق قدره 30 MHz يُفترض تيسره بحلول عام 2010، و26 قناة بعد عام 2015.

ويستند السيناريو المرتقب للحركة الكثيفة إلى نمو سنوي قدره 14% للمشتركين في الخدمة MSS. وستفضي الحوافز القوية للاستثمارات في تقنيات الخدمة MSS الجديدة إلى إدخال أنظمة متعددة الحزم العالية بعاكسات أكبر وحوالي 600 حزمة وهي ستوضع قيد الاستعمال تدريجياً حتى عام 2020. وتقول الافتراضات الأخرى بخسارة حركة MM لا تناظرية في النقاط الساخنة في حدود 25% وبمعدل نمو 5% في خدمات MM اللاتناظرية وبحركة عودة MM لا تناظرية بنسبة 71%، وكذلك التوزيع بواسطة 26 قناة بيانات حتى عام 2015 وبواسطة 35 قناة بعدئذ.

ينبغي أن تنظر تطبيقات التوزيع في تعظيم عدد القنوات المتاحة للمشترك بالاقتران مع التيسر الكامل لعرض النطاق وعرض نطاق القناة وجودة القناة وعدد الحزم النقطية والأنظمة الساتلية.

وعلى عكس التطبيقات غير متعددة الوسائط، ستواصل الحركة من تطبيقات الخدمة الساتلية متعددة الوسائط نموها السريع.

تأتي المساهمة الغالبة في الاحتياجات الطيفية من التوزيع متعدد الوسائط والخدمات اللاتناظرية.

لا يمكن توفير الدعم لرتبة محددة من التنقلية في عرض نطاق معيّن سوى في تردد تشغيل معين بسبب ظاهرة الخبو السريع، ولذلك فإن ترددات التشغيل المناسبة للتنقلية العالية يمكن أن تبلغ 6 GHz.

الجدول 16

الطيف المطلوب لسيناريوهي الحركة الخفيفة والكثيفة

الطيف المطلوب (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
سيناريو الحركة الخفيفة											
الطيف باتجاه أرض–فضاء	55	61	62	68	71	74	83	89	93	98	105
الطيف من فضاء–الأرض باستثناء التوزيع	70	76	79	85	92	98	106	116	122	130	140
إجمالي الطيف دون توزيع	125	137	141	153	163	172	189	205	215	228	245
الطيف لخدمات توزيع MM	30	30	30	30	30	30	60	60	60	90	90
الإجمالي الكلي للطيف بما في ذلك التوزيع	155	167	171	183	193	202	249	265	275	318	335
سيناريو الحركة الكثيفة											
الطيف باتجاه أرض–الفضاء	74	83	89	98	108	123	134	146	157	165	176
الطيف من فضاء–أرض باستثناء التوزيع	89	98	107	119	131	149	163	178	193	206	223
إجمالي الطيف دون توزيع	163	181	196	217	239	272	297	324	350	371	399
الطيف لخدمات توزيع MM	30	30	30	30	30	60	90	90	90	120	120
الإجمالي الكلي للطيف بما في ذلك التوزيع	193	211	226	247	269	332	387	414	440	491	519

لاستقصاء حساسية الاحتياجات الطيفية، عُدلت معلمات متنوعة تتعلق بسيناريو اسمي. وكشف هذا التحليل أن العاملين المحرّكين للطيف المطلوب هما معدل النمو السنوي للمشتركين في الخدمة MSS والحركة العالمية في حشد أسوأ حالة. وإلى حد ما، ثمة عامل معوض بين العدد المتزايد للمشتركين و النسبة المئوية للحركة في النقاط الساخنة حيث إن الزيادة الشديدة في سوق الخدمة MSS ستكون الحافز المحرك لتطوير سواتل جديدة MSS بحزمة نقطية أعلى. ولمعدل النمو السنوي لخدمات MM اللاتناظرية أثر ملموس أيضاً. أما التغييرات في خسارة الحركة ضمن النقاط الساخنة بسبب التقاسم مع الخدمات الأرضية فهي أقل أهمية. أم تأثير نسبة العودة إلى الأمامية في خدمات MM اللاتناظرية فهو طفيف بالأحرى.

يبيّن الجدول 17 الطيف المطلوب مع مراعاة التخصيصات القائمة. ونظراً لأنه من أصل $2 \times 121{,}5$ MHz من طيف MSS المخصص حالياً في المدى 1-5 GHz، لا يتيسر أكثر من حوالي 2×86 MHz عالمياً، وهناك حاجة لتخصيصات MSS عالمية إضافية بدءً بما يقارب 14 MHz بحلول العام 2010 وازدياداً لغاية 114 MHz بحلول عام 2020 لسيناريو الحركة الخفيفة، بما في ذلك 30 MHz و90 MHz لتطبيقات التوزيع بحلول العامين 2010 و2020 على التوالي. ومن شأن سيناريو الحركة الكثيفة أن يستلزم نحو 33 MHz بحلول العام 2010 ازدياداً لغاية 257 MHz بحلول العام 2020. وتضم هذه التقديرات 30 MHz و120 MHz لتوزيع الوسائط المتعددة بحلول 2010 و2020 على التوالي.

الجدول 17

التخصيصات الجديدة المطلوبة لطيف MSS العالمي في المدى GHz 5-1

الطيف المطلوب (MHz)	سيناريو الحركة الخفيفة		سيناريو الحركة الكثيفة	
	2010	2020	2010	2020
الطيف باتجاه أرض–فضاء	55	105	74	176
الطيف باتجاه فضاء–أرض باستثناء التوزيع	70	140	89	223
الطيف لتوزيع الوسائط المتعددة باتجاه فضاء–أرض	30	90	30	120
إجمالي الطيف المطلوب	155	335	193	519
التخصيصات الجديدة المطلوبة باتجاه أرض–فضاء		19		90
التخصيصات الجديدة المطلوبة باتجاه فضاء–أرض باستثناء التوزيع		54	3	137
التخصيصات الجديدة المطلوبة باتجاه فضاء–أرض بما في ذلك التوزيع	14	144	33	257