

## التوصية ITU-R M.1801

## معايير السطوح البينية الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق

## بما في ذلك للتطبيقات المتنقلة والتطبيقات الجوال في الخدمة

## المتنقلة العاملة دون التردد 6 GHz

(المسألان ITU-R 212/8 و ITU-R 238/8)

(2007)

## 1 مقدمة

تضم هذه التوصية معايير خاصة بالنفاذ اللاسلكي<sup>1</sup> عريض النطاق في الخدمة المتنقلة. وتتألف هذه المعايير من مواصفات مشتركة أعتها منظمات وضع المعايير (SDO). وسيتمكن المصنعون والمشغلون بفضل هذه التوصية من تحديد أفضل المعايير التي تلائم احتياجاتهم.

وتوفر هذه المعايير الدعم لعدد كبير من التطبيقات في المدن والضواحي والمناطق الريفية لإرسال معطيات الإنترنت النوعية بالنطاق العريض أو إرسال معطيات وفي الوقت الحقيقي ومنها تطبيقات المهاتفة والمؤتمرات الفيديوية.

## 2 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية معايير خاصة للسطوح البينية الراديوية في أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة العاملة دون التردد 6 GHz. والمعايير التي تتضمنها هذه التوصية قادرة على تزويد المستعملين بمعدلات معطيات عريضة النطاق مع مراعاة تعريف قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات لمصطلحي "النفاذ اللاسلكي" و"النفاذ اللاسلكي عريض النطاق" الواردين في التوصية ITU-R F.1399<sup>2</sup>.

ولا ترمي هذه التوصية إلى تحديد نطاقات التردد الملائمة لأنظمة BWA ولا تنطبق إلى أي قضايا تنظيمية.

## 3 التوصيات ذات الصلة الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيات النافذة والهامة لإعداد هذه التوصية هي التالية:

التوصية ITU-R F.1399 – مفردات المصطلحات الخاصة بالنفاذ اللاسلكي.

التوصية ITU-R F.1763 – معايير السطوح البينية الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق في الخدمة الثابتة العاملة في تردد أدنى من 66 GHz.

التوصية ITU-R M.1678 – الهوائيات التكميلية في الأنظمة المتنقلة.

<sup>1</sup> يرد تعريف "النفاذ اللاسلكي" و"النفاذ اللاسلكي عريض النطاق" ("BWA") في التوصية ITU-R F.1399 التي تقدم أيضاً تعاريف مصطلحات النفاذ اللاسلكي "الثابت" و"المتنقل" و"الجوال".

<sup>2</sup> يتحدد النفاذ اللاسلكي عريض النطاق بأنه نفاذ لاسلكي تفوق مقدرات توصيله (توصيلاته) المعدل الأولي المحدد بمعدل بتات إرسال قدره 1,544 Mbit/s (T1) أو 2,048 Mbit/s (E1). ويتحدد النفاذ اللاسلكي بأنه التوصيل الراديوي (التوصيلات الراديوية) بين المستعمل النهائي والشبكات المركزية.

## المختصرات والتسميات المختصرة 4

هوائي تكيفي ( <i>Adaptive antenna</i> )	AA
إشعار وصول (قناة) ( <i>Acknowledgement (channel)</i> )	ACK
شبكة نفاذ ( <i>Access network</i> )	AN
تكرار المحاولة الأوتوماتي ( <i>Automatic repeat request</i> )	ARQ
مطراف النفاذ ( <i>Access terminal</i> )	AT
أسلوب نقل غير متزامن ( <i>Asynchronous transfer mode</i> )	ATM
قناة التحكم الإذاعية ( <i>Broadcast control channel</i> )	BCCH
نسبة أخطاء البتات ( <i>Bit-error ratio</i> )	BER
شبكة النفاذ الراديوي عريض النطاق ( <i>Broadband radio access network</i> )	BRAN
محطة قاعدة ( <i>Base station</i> )	BS
مسير محطة قاعدة ( <i>Base station router</i> )	BSR
شفرة دوران فدرية ( <i>Block turbo code</i> )	BTC
نفاذ لاسلكي عريض النطاق ( <i>Broadband wireless access</i> )	BWA
تشفير تلافيفي ( <i>Convolutional coding</i> )	CC
نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة ( <i>Code division multiple access</i> )	CDMA
نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة - موجة حاملة متعددة ( <i>Code division multiple access - multi carrier</i> )	CDMA-MC
طبقة التوصيل ( <i>Connection layer</i> )	CL
مستوي التحكم ( <i>Control plane</i> )	C-plane
شفرة دوران تلافيفية ( <i>Convolutional turbo code</i> )	CTC
اتصالات رقمية محسنة دون شريط ( <i>Digital enhanced cordless telecommunications</i> )	DECT
تحكم في وصلة المعطيات ( <i>Data link control</i> )	DLC
نفاذ متعدد بتقسيم شفرة إلى تتابعات مباشرة ( <i>Direct-sequence code division multiple access</i> )	DS-CDMA
تمديد الطيف بتتابع مباشر ( <i>Direct sequence spread spectrum</i> )	DSSS
قناة مكرسة محسنة ( <i>Enhanced dedicated channel</i> )	E-DCH
خدمة عامة راديوية بأسلوب الرزم المحسن ( <i>Enhanced general packet radio service</i> )	EGPRS
المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات ( <i>European Telecommunication Standards Institute</i> )	ETSI
تطور المعطيات المستثملة ( <i>Evolution data optimized</i> )	EV-DO
قناة أمامية ( <i>Forward channel</i> )	FC
قناة أمامية للتحكم ( <i>Forward control channel</i> )	FCC
إرسال مزدوج بتقسيم التردد ( <i>Frequency division duplex</i> )	FDD
التصحيح الأمامي للأخطاء ( <i>Forward-error correction</i> )	FEC
معدل الأخطاء في الرتل ( <i>Frame error rate</i> )	FER
تمديد الطيف بقفزات التردد ( <i>Frequency hopping spread spectrum</i> )	FHSS

مطراف ثابت (Fixed termination)	FT
شبكة نفاذ راديوي GSM edge (GSM edge radio access network)	GERAN
خدمة راديوية عامة بأسلوب الرزم (General packet radio service)	GPRS
نظام عالمي لتحديد المواقع (Global positioning system)	GPS
نفاذ متعدد عالي القدرة بتقسيم المكان (High capacity-spatial division multiple access)	HC-SDMA
شبكة منطقة راديوية عالية الجودة (High performance RLAN)	HiperLAN
شبكة منطقة حضرية راديوية عالية الجودة (High performance metropolitan area network)	HiperMAN
معطيات بأسلوب الرزم عالي المعدل (High rate packet data)	HRPD
نفاذ عالي السرعة بأسلوب الرزم في الوصلة الصاعدة (High speed downlink packet access)	HSDPA
قناة متقاسمة عالية السرعة في الوصلة الهابطة (High speed downlink shared channel)	HS-DSCH
نفاذ عالي السرعة بأسلوب الرزم في الوصلة الصاعدة (High speed uplink packet access)	HSUPA
نفاذ متعدد إلى الإنترنت بتقسيم الشفرة (Internet code division multiple access)	I-CDMA
معهد المهندسين الكهربائيين والإلكترونيين (Institute of Electrical and Electronics Engineers)	IEEE
فريق مهام هندسة الإنترنت (Internet Engineering Task force)	IETF
بروتوكول الإنترنت (Internet protocol)	IP
التحكم في النفاذ إلى الوصلة (Link access control)	LAC
شبكة محلية (Local area network)	LAN
تحقق التعادلية بكثافة منخفضة (Low density parity check)	LDPC
التحكم في الوصلة المنطقية (Logic link control)	LLC
التحكم في النفاذ إلى الوسيط (Medium access control)	MAC
شبكة منطقة حضرية (Metropolitan area network)	MAN
تشكيل حزم متزامنة بموجات حاملة متعددة (Multi-carrier synchronous beamforming)	MCSB
دخل متعدد، خرج متعدد (Multiple input multiple output)	MIMO
محطة متنقلة (Mobile station)	MS
لا يقع في خط البصر (Non-line-of-sight)	NLOS
تعدد إرسال بتقسيم متعامد للترددات (Orthogonal frequency division multiplexing)	OFDM
نفاذ متعدد إرسال بتقسيم متعامد للترددات (Orthogonal frequency division multiple access)	OFDMA
توصيل الأنظمة المفتوحة (Open systems interconnection)	OSI
بروتوكول تقارب معطيات الرزم (Packet data convergence protocol)	PDCP
نظام هاتف محمول شخصي (Personal handyphone system)	PHS
الطبقة المادية (Physical layer)	PHY
بروتوكول الطبقة المادية (Physical layer protocol)	PLP
مطراف محمول (Portable termination)	PT
تشكيل الاتساع التريعي (Quadrature amplitude modulation)	QAM

نوعية الخدمة (Quality-of-service)	QoS
قناة نفاذ الراجعة (Reverse access channel)	RAC
تردد راديوي (Radio frequency)	RF
تحكم في الوصلة الراديوية (Radio link control)	RLC
بروتوكول الوصلة الراديوية (Radio link protocol)	RLP
قناة حركة الرجوع (Reverse traffic channel)	RTC
موجة حاملة أحادية (Single carrier)	SC
نفاذ متعدد بتقسيم المكان (Spatial division multiple access)	SDMA
منظمة وضع المعايير (Standards development organization)	SDO
دخول وحيد خرج وحيد (Single input single output)	SISO
طبقة الأمن/الجلسة/التدفق (Security/session/stream layer)	SL
تعدد إرسال مكاني (Spatial multiplexing)	SM
بروتوكول شبكة التشوير (Signalling network protocol)	SNP
قنوات شفرة الحركة (Traffic code channels)	TCC
إرسال مزدوج بتقسيم الزمن (Time-division duplex)	TDD
نفاذ متعدد بتقسيم الزمن (Time-division multiple access)	TDMA
موجة حاملة أحادية للنفاذ TDMA (TDMA-single carrier)	TDMA-SC
نفاذ CDMA متزامن بتقسيم الزمن (Time-division-synchronized CDMA)	TD-SCDMA
مستوي المستعمل (User plane)	U-plane
شبكة لاسلكية لمنطقة حضرية (Wireless metropolitan area network)	WirelessMAN
نفاذ لاسلكي إلى شبكة الإنترنت بالنطاقات العريضة (Wireless widebands Internet access)	WWINA

## 5 تنبيه

توصي التوصية ITU-R F.1763. معايير السطوح البينية الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق في الخدمة الثابتة العاملة دون التردد 66 GHz.

## 6 التوصية

إن جمعية الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات.

### توصي

1 بالمعايير الخاصة بالسطوح البينية الراديوية الواردة في الملحق 1 من 1 إلى 5 باعتبارها ملائمة لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة العاملة دون التردد 6 GHz.

الملاحظة 1 - يقدم الملحق 6 ملخصاً لخصائص المعايير الواردة في الملحق 1 من 1 إلى 5.

## الملحق 1

## الشبكات المحلية الراديوية عريضة النطاق

توفر الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) توسعاً للشبكات المحلية السلكية التي تستعمل الموجات الراديوية كوسيط توصيل. وهي تضم تطبيقات تصلح للبيئة التجارية، حيث تتيح وفورات كبيرة في التكاليف والوقت الضروريين لإنشاء شبكة، وتطبيقات في بيئة منزلية، حيث تقدم توصيلاً مرناً بتكلفة زهيدة للحواسيب المتعددة المستعملة في المنزل، وتطبيقات في بيئة جامعية وعمامة، حيث يتزايد استعمال الحواسيب المحمولة لأغراض تجارية أو شخصية أثناء السفر وبسبب تزايد مزاوله العمل المتنقل، مثل حالة العمال المتنقلين الذين يستعملون حواسيبهم المحمولة الشخصية ليس في المكتب والمنزل فحسب، بل في الفنادق ومراكز المؤتمرات والمطارات والقطارات والطائرات والسيارات أيضاً. وباختصار تتوجه هذه الشبكات بصورة رئيسية لتطبيقات النفاذ اللاسلكي المتنقل فيما يتعلق بنقطة النفاذ (أي عندما يكون المستعمل في عربة متحركة تكون نقطة النفاذ أيضاً في العربة).

وترد معايير الشبكة المحلية الراديوية عريضة النطاق في التوصية ITU-R M.1450، وتتلخص كالتالي:

- المعيار IEEE 802.11

- المعيار ETSI BRAN HIPERLAN

- المعيار ARIB HiSWANa

**المعيار IEEE 802.11** - وضع المعهد IEEE مجموعة المعايير 802.11-1999 (R2003) الخاصة بالشبكات المحلية الراديوية (RLAN)، وجرت مواءمتها مع المعيار الصادر عن ISO/IEC<sup>3</sup>. ويتحدد التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) والخصائص المادية للشبكات المحلية (LAN) اللاسلكية في المعيار ISO/IEC 8802-11:2005 الذي يشكل جزءاً من سلسلة معايير خاصة بشبكات المناطق الحضرية. ووحدة النفاذ إلى الوسيط حسب المعيار ISO/IEC 8802-11:2005 مصممة لدعم وحدات الطبقة المادية التي قد تعتمد تبعاً لتيسر الطيف. ويضم هذا المعيار خمس وحدات للطبقة المادية: أربع منها وحدات راديوية تعمل في النطاق MHz 2 500-2 400 والنطاقات المحصورة بين GHz 5,25-5,15 و GHz 5,35-5,25 و GHz 5,725-5,47 و GHz 5,825-5,725، وواحدة هي وحدة أشعة تحت الحمراء (IR) وتعمل في النطاق الأساسي. وتستخدم إحدى الوحدات الراديوية تقنية تمديد الطيف بقفزات التردد (FHSS)، وتستخدم اثنتان منها تقنية تمديد الطيف بالتتابع المباشر (DSSS) وتستخدم الأخرى تقنية تعدد الإرسال بالتقسيم المتعامد للتردد (OFDM).

**المعيار HIPERLAN الصادر عن اللجنة التقنية BRAN للمعهد ETSI**

وضعت اللجنة التقنية للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI TC) المعنية بشبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN) مواصفات المعيار HiperLAN 2. وهو معيار مرن للشبكات المحلية الراديوية (RLAN) مصمم لتوفير نفاذ عالي السرعة يصل معدله إلى 54 Mbit/s في الطبقة المادية (PHY) لعدة شبكات ومنها الشبكات القائمة على بروتوكول الإنترنت (IP) التي تستخدم عادة أنظمة الشبكات RLAN. وتخصص بعض طبقات التقارب للعمل مع شبكات الإنترنت والشبكات IEEE 1394 و ATM. وتتضمن تطبيقاتها الأساسية المعطيات النصية والصوتية والفيديوية وتراعي معلمات نوعية خدمة محددة. ويمكن نشر الأنظمة HiperLAN 2 في المكاتب وقاعات التدريس والمنازل والمعامل ومناطق التجمع لصالات المعارض، وبصورة عامة في المكان الذي يشكل فيه الإرسال الراديوي بديلاً فعالاً للتقنية السلكية أو يكملها.

<sup>3</sup> المعيار ISO/IEC 8802-11:2005، تكنولوجيا المعلومات - تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة - الشبكات المحلية وشبكة المنطقة الحضرية - متطلبات خاصة - الجزء 11: مواصفات التحكم في النفاذ اللاسلكي إلى الوسيط (MAC) وإلى الطبقة المادية (PHY).

والنظام HiperLAN 2 مصمم للعمل في النطاقات GHz 5,25-5,15 و GHz 5,35-5,25 و GHz 5,725-5,47. والمواصفات الرئيسية هي TS 101 475 (الطبقة المادية) و TS 101 761 (طبقة التحكم بوصلة المعطيات) و TS 101 493 (طبقات التقارب). وجميع معايير المعهد ETSI متاحة في صيغتها الإلكترونية في العنوان <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp>، مع تحديد رقم المعيار في خانة البحث.

ووضعت اللجنة ETSI TC BRAN أيضاً مواصفات اختبار المطابقة لأغراض المعايير الرئيسية HiperLAN 2 بهدف تأمين إمكانية التشغيل البيئي للأجهزة والمنتجات الصادرة عن مصنعين مختلفين. وتضم مواصفات الاختبار هذه اختبار العمليات الراديوية والتحقق من البروتوكول على حد سواء.

وعملت اللجنة ETSI TC BRAN جنباً إلى جنب مع فريق العمل 802.11 التابع للمعهد IEEE-SA ومع فريق العمل المعني بشبكات النفاذ اللاسلكي عالية السرعة في اليابان من أجل تأمين الاتساق بين الأنظمة التي تضعها هذه الهيئات الثلاث للعمل في نطاقات التردد 5 GHz.

وقد أعدت اللجنة HSWA<sup>4</sup> التابعة للمنتدى MMAC<sup>5</sup> معياراً وافقت عليه الرابطة ARIB<sup>6</sup> ونشرته وهو يتعلق بأنظمة اتصالات النفاذ المتنقل عريض النطاق ويسمى HiSWANa (ARIB STD-T70). ويقتصر مجال تطبيق المواصفات التقنية على السطح البيئي الراديوي والسطوح البينية للخدمة في الأنظمة الفرعية اللاسلكية ووظائف طبقة التقارب ووظائف الدعم الضرورية لتنفيذ الخدمات.

وتصف المواصفات التقنية الطبقة المادية (PHY) وطبقة التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC)/في وصلة المعطيات (DLC)، وهي طبقات مستقلة عن الشبكة المركزية. وتصف أيضاً طبقة التقارب الخاصة بالشبكة المركزية. ويتراوح معدل المعطيات عادة بين 6 و 36 Mbit/s. كما يستعمل تقنية تعدد الإرسال بالتقسيم المتعامد للتردد (OFDM) والنظام TDMA-TDD. ويوفر النظام تطبيقات متعددة الوسائط من خلال تقديم آليات تتيح التحكم في نوعية الخدمة (QoS). وتتوفر إمكانية تنقل محدودة للمستعمل داخل منطقة الخدمة المحلية. ولا تتوفر حالياً إلا خدمة الإنترنت.

ويعمل النظام HiSWANa في نطاق التردد 5 GHz (9,4-5,0 GHz و 15,5-5,25 GHz).

## الملحق 2

### السطوح البينية الراديوية للأرض في الاتصالات IMT-2000

تستمد عناوين هذا القسم من الفقرة 5 من التوصية ITU-R M.1457، حيث يمكن أيضاً الحصول على معلومات إضافية محدثة.

#### 1.1 نظام نفاذ CDMA مع تمديد مباشر للاتصالات IMT-2000<sup>7</sup>

نظام النفاذ الراديوي UTRAN هو نظام نفاذ CDMA بتتابع مباشر (DS CDMA) وتمديد معلومات لعرض نطاق قدره 5 MHz تقريباً بمعدل 3,84 Mchip/s. وتستعمل تقنيات متطورة للتشكيل (16QAM) والتشفير العنفي لتأمين نفاذ الرزم بسرعة عالية.

4 High Speed Wireless Access Committee

5 Multimedia Mobile Access Communication Systems Promotion Council (يسمى الآن "Multimedia Mobile Access Communication Systems Forum") أو ("MMAC Forum").

6 Association of Radio Industries and Businesses

7 انظر الفقرة 1.5 من التوصية ITU-R M.1457.

ويقسم الرتل الراديوي البالغ طوله 10 ms إلى 15 فترة زمنية (2 560 عنصر/فترة في معدل قدرة 3,84 Mchip/s). وتتحدد بالتالي قناة مادية باعتبارها شفرة (أو عدد من الشفرات). وتتحدد أرتال فرعية طولها 2 ms مكونة من 3 فترات زمنية لأغراض القناة المتقاسمة بمعدل عال في الوصلة الهابطة (HS-DSCH) والقناة المكروسة المحسنة (E-DCH) (نفاذ بأسلوب الرزم عالي السرعة في الوصلة الصاعدة (HSUPA)) وقنوات التشوير المصاحبة. وتحقق هذه التقنية معدل إرسال يفوق 14 Mbit/s.

ويتحدد السطح البيئي الراديوي على نحو يتيح عدداً كبيراً من الخدمات لتأمين خدمات تعمل بتبديل الدارات (مثل الشبكات PSTN و ISDN) وخدمات تعمل بتبديل الرزم (مثل شبكات الإنترنت) على حد سواء. وقد صمم بروتوكول راديوي مرن يتيح للمستعمل أن يستخدم في نفس الوقت عدة خدمات مختلفة مثل خدمات الوسائط الراديوية المحددة خدمات في الوقت الفعلي وفي غير ترسلها إرسالاً متعدداً على موجة حاملة واحدة. وتؤمن خدمات الوسائط الراديوية المحددة خدمات في الوقت الفعلي وفي غير الوقت الفعلي على حد سواء باستعمال نقل معطيات شفاف و/أو غير شفاف. وتضبط نوعية الخدمة من حيث وقت الانتشار واحتمالية أخطاء البتات ونسبة أخطاء الأرتال (FER).

وتؤمن معيارية شبكة النفاذ الراديوي أيضاً خدمات إذاعة متعددة الوسائط وإرسال متعدد، مثل إتاحة توزيع محتويات متعددة للوسائط إلى مجموعات المستعملين في قناة حاملة من نقطة إلى عدة نقاط.

## 2.1 تقنية النفاذ CDMA مع موجات حاملة<sup>8</sup> متعددة IMT-2000

ثمة خياران في السطح البيئي الراديوي cdma2000 هما: تشغيل nX حيث تستخدم عدة موجات حاملة ترددتها 1,25 MHz أو تقدم المعطيات المستمثلة مع إرسال بأسلوب الرزم عالي المعدل (1X-EV-DO) حيث تستخدم قناة راديوي مكرسة 1X.

ويقدم خيار التشغيل nX عرض نطاق قدره 1,25 MHz بمعدل Mchip/s 1,2288 أو تشغيل بموجات حاملة متعددة يستعمل موجات بتردد 1,25 MHz. ويتحدد السطح البيئي الراديوي بحيث يتيح عدداً كبيراً من الخدمات بتبديل الدارات (مثل شبكات PSTN أو ISDN) والخدمات بتبديل الرزم (مثل شبكات تستعمل بروتوكول الإنترنت). وقد صمم البروتوكول الراديوي ل يتيح للمستعمل أن يستخدم في نفس الوقت وبمرونة عدة خدمات مختلفة كالمهاتفة والمعطيات والوسائط المتعددة وأن يرسلها على موجة حاملة واحدة. وتقدم خدمات الموجات الحاملة الراديوية المحددة خدمات في الوقت الفعلي وفي الوقت غير الفعلي على حد سواء من خلال استخدام نقل معطيات بأسلوب شفاف و/أو غير شفاف. ويمكن ضبط نوعية الخدمة (QoS) من حيث وقت الانتشار واحتمال أخطاء البتات ومعدل أخطاء الرتل (FER).

وتضم مواصفة السطح البيئي الراديوي خصائص محسنة تتيح إرسال معطيات بأسلوب الرزم عالي السرعة وخدمات أخرى مثل المهاتفة في نفس الوقت على موجة حاملة واحدة. وقد أدخلت على وجه التحديد خصائص لوصلة الرجوع المحسنة، مما أتاح تحسين القدرة والتغطية، وتجاوزت معدلات المعطيات الحد الأقصى الحالي في الوصلة الصاعدة وانخفض وقت الانتشار وقلت تغيراته في وصلة الرجوع.

وتقدم معيارية شبكة النفاذ الراديوي أيضاً خدمات الإذاعة متعددة الوسائط وتعدد الإرسال، أي أنها تتيح توزيع محتويات متعددة الوسائط إلى مستعملين في دارة موجات حاملة من نقطة إلى عدة نقاط.

وفيما يتعلق بإرسال معطيات الرزم عالي المعدل (1X-EV-DO) تتألف قناة الذهاب CDMA المنتشرة في قناة راديوية 1X مكرسة من قنوات متعددة الإرسال بتقسيم الزمن وهي: القناة الدليلة، وقناة الذهاب للتحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) وقناة التحكم وقناة حركة الذهاب. وتحمل قناة حركة الذهاب رزم معطيات المستعمل. وتحمل قناة التحكم رسائل التحكم وقد تحمل أيضاً حركة المستعمل. وتقسم كل قناة إلى أربع قنوات متعددة الإرسال حسب توزيع شفرة ولش (Walsh).

وتتألف القناة MAC من قناتين فرعيتين هما قناة التحكم في قدرة الرجوع (RPC) وقناة نشاط الرجوع (RA). وتنقل القناة RA تدفق بتات نشاط وصلة الرجوع (RAB). ورمز كل قناة MAC مشكل بالأسلوب BPSK لكل كلمة شفرة من كلمات شفرة ولش الأربع والستين 64-ary.

وقناة حركة الذهاب هي قناة تعمل بأسلوب الرزم وبمعدل متغير. وتنقل معطيات المستعمل في مطراف نفاذ بمعدل يتراوح بين 38,4 kbit/s و 3,1 Mbit/s. وتشفر معطيات قناة حركة الذهاب وقناة التحكم وتخلط وتشذر. وتلقم المعطيات الناتجة عن مشذر القناة إلى المشكل QPSK/8-PSK/16-QAM. وتكرر تتابعات الرموز المشكلة وتبتر حسب الاقتضاء. ثم يفك تعدد إرسال التتابعات الناتجة عن رموز التشكيل لتحويلها إلى 16 زوج من التدفقات المتوازية (في الطور والتريع). ويعطي كل تدفق من التدفقات المتوازية وظيفة ولش منفصلة من 16 بتة بمعدل يفضي إلى توليد رموز ولش بمعدل 76,8 ksymbol/s. وتجمع كافة الرموز المشفرة بأسلوب ولش لتشكيل تدفقاً واحداً في الطور وتدفقاً تريبعياً واحداً بمعدل 1,2288 Mchip/s. ويتعدد إرسال العناصر الناتجة بتقسيم الزمن مع عناصر الاستهلال والقناة الدليلة والقناة MAC ليشكل التابع النهائي للعناصر اللازمة للتمديد التريعي.

ويمكن إرسال رزم الطبقة المادية لقناة حركة الذهاب في فترات زمنية تتراوح بين 1 و 16. وعندما يتجاوز عدد الفترات الموزعة الوحدة، تتداخل الفترات المرسل في الفترة الرابعة التالية. أي أن الفترات المرسل من الرزمة تفصل بينها ثلاث فترات وترسل فترات الرزم الأخرى في فترات تقع بين فواصل الإرسال هذه. فعند استلام إشعار وصول على القناة ACK لوصلة الرجوع يفيد بأن رزمة الطبقة المادية قد استلمت في قناة حركة الذهاب قبل إرسال جميع الفترات المحددة، لا ترسل الفترات المتبقية التي لم ترسل، وتستعمل الفترة المحددة القادمة كفترة زمنية أولى لإرسال رزمة الطبقة المادية التالية.

وتتألف قناة الرجوع CDMA للإرسال 1X-EV-DO المحمولة في قناة راديوية 1X مكرسة من قناة نفاذ وقناة حركة رجوع. ويستعمل مطراف النفاذ قناة النفاذ من أجل الشروع باتصال مع شبكة نفاذ أو الرد على رسالة موجهة إلى مطراف للنفاذ. وتتألف قناة النفاذ من قناة دليل وقناة معطيات. وتستعمل المحطة المتنقلة قناة حركة الرجوع لإرسال حركة خاصة بالمستعمل أو إرسال معلومات إلى شبكة النفاذ. وتضم قناة حركة الرجوع قناة دليل وقناة مؤشر معدل الرجوع (RRI) وقناة تحكم بمعدل المعطيات (DRC) وقناة إشعار (ACK) وقناة معطيات. وتستعمل القناة RRI للدلالة على معدل إرسال المعطيات في قناة حركة الرجوع. وهي قناة متعددة الإرسال بتقسيم الزمن مع القناة الدليلة. وتستعمل المحطة المتنقلة القناة DRC لتدل شبكة النفاذ على معدل معطيات قناة حركة الذهاب الذي يمكن توفيره وعلى أفضل قطاع خدمة في قناة الذهاب CDMA. ويستعمل مطراف النفاذ القناة ACK لإبلاغ شبكة النفاذ باستلام أو عدم استلام رزم المعطيات المرسل على قناة حركة الذهاب.

وفيما يتعلق بالنفاذ HRPD المحسّن، يتم استخدام طلب تكرار المحاولة الأوتوماتي الهجين (H-ARQ) في الطبقة المادية وبأطوال أرتال مختصرة، وتحكم سريع في البرمجة/المعدل ومع تشكيل وتشفير تكييفيين من أجل زيادة الحد الأقصى لمعدل إرسال معطيات نظام في وصلة الرجوع.

### 3.1 النظام 9IMT-2000 CDMA TDD

يتحدد السطح البيئي للإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD) بنفاذ راديوي عالمي للأرض (UTRA) على أنه يوفر خيارين اثنين، يسمى الأول TDD بمعدل 1,28 Mchip/s (TD-SCDMA) والثاني TDD بمعدل 3,84 Mchip/s.

وقد أعد السطح البيئي الراديوي UTRA TDD بهدف محدد هو الاتساق مع مكونة الإرسال المزدوج بتقسيم التردد (FDD) (انظر الفقرة 1.5) من أجل تحقيق أكبر قدر من العناصر المشتركة. وقد تحقق ذلك في اتساق معلمات هامة للطبقة المادية وتحددت مجموعة مشتركة من بروتوكولات الطبقات العليا لكل من الإرسالين FDD و TDD حيث يتقاسم الإرسال TDD



بالمعدل Mchip/s 1,28 مع الإرسال TDD بالمعدل Mchip/s 3,84 خصائص كثيرة. ويبي النظام UTRA TDD بفضل الخيارين المذكورين، مختلف احتياجات أقاليم الاتحاد بطريقة مرنة، ويتحدد في مجموعة مواصفات مشتركة.

ونظام النفاذ الراديوي هو نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة وتتابع مباشر. وهناك خياران لمعدل العناصر، هما الإرسال TDD بمعدل Mchip/s 3,84 مع تمديد معلومات في عرض نطاق يقارب 5 MHz ومعدل قدره Mchip/s 3,84. والإرسال TDD بمعدل Mchip/s 1,28 مع تمديد معلومات في عرض نطاق يقارب 1,6 MHz ومعدل قدره Mchip/s 1,28. ويتحدد السطح البيئي الراديوي بحيث يوفر عدداً كبيراً من الخدمات ليؤمن بشكل فعال خدمات تعمل بتبديل الدارات (مثل شبكات PSTN وISDN) وخدمات تعمل بتبديل الرزم (مثل الشبكات التي تستعمل بروتوكول الإنترنت). وقد صمم بروتوكول راديوي مرن يتيح للمستعمل أن يستعمل في نفس الوقت عدة خدمات مختلفة، كالمهاتف والمعطيات والوسائط المتعددة وأن يعدد إرسالها في موجة حاملة واحدة. وتوفر خدمات القنوات الحاملة الراديوية المحددة خدمات في الوقت الفعلي وغير الفعلي باستخدام نقل المعطيات بالأسلوب الشفاف و/أو غير الشفاف. ويمكن ضبط نوعية الخدمة (QoS) من حيث وقت الانتشار والمعدل BER والمعدل FER.

وتشمل مواصفة السطح البيئي الراديوي خصائص محسنة للنفاذ عالي السرعة للزرم في الوصلة الهابطة (HSDPA) تتيح إرسالاً متأوناً سريعاً لمعطيات الرزم في الوصلة الهابطة وإرسالاً سريعاً للمعطيات بأسلوب الرزم وخدمات أخرى مثل المهاتف. وتتيح هذه التكنولوجيا معدل إرسال في القناة يفوق 10 Mbit/s.

وتوفر معمارية شبكة النفاذ الراديوي أيضاً خدمات الإذاعة متعددة الوسائط والإرسال المتعدد أي إنها تتيح توزيع المحتويات متعددة الوسائط إلى مجموعات المستعملين في قنوات حاملة من نقطة إلى عدة نقاط.

#### 4.1 المعيار TDMA بموجة حاملة وحيدة IMT-2000<sup>10</sup>

يقدم هذا السطح البيئي الراديوي للمعطيات عالية السرعة خيارين لعرض النطاق يستعملان تكنولوجيا النفاذ TDMA. ويستعمل الخيار الأول، وهو عرض نطاق حالة قدره 200 kHz (EDGE)، التشكيل 8-PSK بالأسلوب ARQ الهجين ويؤمن معدل إرسال قناة قدره 1,625 Mbit/s على موجتين حمالتين مع إتاحة إمكانية تنقل كبيرة. أما الخيار الثاني، وهو عرض نطاق قدره 1,6 MHz، فيستخدم ليئات تتطلب أقل من التنقل وتستعمل تشكياً QAM مع تحالف ثنائي ورباعي بالأسلوب ARQ الهجين. ويوفر هذا الخيار الثاني توزيعاً مرناً للفواصل الزمنية ويتيح معدل إرسال قناة قدره 5,2 Mbit/s.

كما تتوفر خدمة إذاعية متنوعة من نقطة إلى عدة نقاط تعرف بالخدمة الإذاعية متعددة الوسائط/متعددة الإرسال (MBMS). وتوجد اليوم خدمات من نقطة إلى عدة نقاط تتيح إرسال معطيات صادرة عن كيان وحيد المصدر إلى نهايات متعددة. وتوفر الخدمة MBMS بصورة فعالة هذه المقدرة للخدمات الإذاعية/متعددة الإرسال التي يوفرها مزودو الخدمة المحلية ويزودون آخرون لخدمات القيمة المضافة (VASP).

والخدمة MBMS هي خدمة حاملة من نقطة إلى عدة نقاط باتجاه واحد تنقل فيها المعطيات من كيان مرسل وحيد إلى مقاصد متعددة. وهي قادرة أيضاً على التوسع لتقديم خدمات أخرى بفضل هذه المقدرات الحاملة.

وأسلوب الإرسال المتعدد قابل للتشغيل مع الإرسال المتعدد IP العامل بالمعايير التي وضعها الفريق IEEE. مما يتيح أفضل استعمال لقواعد الخدمة IP من أجل إتاحة أكبر قدر من تيسر التطبيقات والمحتويات بحيث يمكن إيصال الخدمات الحالية والقادمة باستعمال أكثر فعالية للموارد.

## 5.1 النظام IMT-2000 FDMA/TDMA<sup>11</sup>

يسمى السطح البيئي الراديوي IMT-2000 العامل بتقنية النفاذ FDMA/TDMA، الاتصالات الرقمية المحسنة دون شريط (DECT).

ويحدد هذا السطح البيئي الراديوي سطحاً بيئياً راديوياً بنفاذ TDMA مع إرسال مزدوج بتقسيم الزمن (TDD). أما معدلات إرسال القنوات لأنظمة التشكيل فهي Mbit/s 1,152 و Mbit/s 2,304 و Mbit/s 3,456 و Mbit/s 4,608 و Mbit/s 6,912. ويقدم المعيار توصيلاً تناظرياً وتوصيلاً غير تناظري ونقل معطيات بأسلوب التوصيل ودون توصيل. ويتيح استعمال تشغيل متعدد الموجات، بثلاث موجات مثلاً، معدلات تصل إلى 20 Mbit/s وتضم طبقة الشبكة بروتوكولات التحكم في النداء والخدمات الإضافية وخدمة رسائل التوصيل وخدمة الرسائل دون توصيل وإدارة التنقل ومنها خدمات الأمن والسرية.

وتحدد قنوات تردد النفاذ الراديوي والبنية الزمنية على حد سواء. أما التباعد بين الموجات الحاملة فقدره 1,728 MHz. ومن أجل النفاذ إلى الوسيط في الوقت المناسب، تستعمل البنية TDMA النظامية ورتل طوله 10ms. وتُستحدث داخل هذا الرتل 24 فترة زمنية كاملة تتألف كل منها من يضيء فترة. ويعادل طول الفترة المضاعفة طول فترتين كاملتين، تطابق بدايتها بداية الفترة الكاملة.

وطريقة التشكيل المستخدمة هي إما الإبراق الغوسي بزحزة التردد (GFSK)، علماً بأن القيمة الاسمية لحاصل ضرب عرض النطاق في مدة البتة هي 0,5، أو الإبراق التفاضلي بزحزة الطور (DPSK) أو التشكيل الاتساعي التريبيعي (QAM). ويمكن للتجهيزات استعمال التشكيل بالحالات 4 و/أو 8 و/أو 16 و/أو 64 إضافة إلى التشكيل بـجالتين؛ مما يضاعف معدل البتات في تجهيز راديوي واحد بضربه بالعامل 2 أو 3 أو 4 أو 6. ويكون التشكيل بأربع حالات  $\pi/4$ -DQPSK والتشكيل بثماني حالات  $\pi/8$ -D8-PSK والتشكيل بست عشر حالة 16-QAM والتشكيل بأربع وستين حالة 64-QAM.

وتقدم طبقة MAC إلى الطبقات العليا وإلى كيان الإدارة ثلاث مجموعات من الخدمات هي:

- التحكم في الرسالة المذاعة (BMC)؛
- التحكم في الرسائل بأسلوب عدم التوصيل (CMC)؛
- التحكم متعدد الوسائط (MBC).

ويتيح التحكم BMC مجموعة خدمات متواصلة من نقطة إلى عدة نقاط بأسلوب عدم التوصيل. وتستخدم هذه الخدمات لنقل قنوات منطقية داخلية وتتاح أيضاً للطبقات العليا. وتعمل هذه الخدمات في الاتجاه من مطراف ثابت (FT) إلى مطراف محمول (PT) وتستطيع جميع المطارييف المحمولة الواقعة داخل مدى الإرسال الوصول إلى هذه الخدمة.

ويتيح التحكم CMC للطبقات العليا خدمات من نقطة إلى نقطة أو من نقطة إلى عدة نقاط بأسلوب عدم التوصيل. وتعمل هذه الخدمات بالاتجاهين بين مطراف ثابت محدد ومطراف محمول واحد أو أكثر.

ويتيح كل تحكم MBC للطبقات العليا خدمة واحدة من خدمات أسلوب التوصيل من نقطة إلى نقطة. وتستطيع الخدمة MBC استعمال وسيط واحد أو أكثر لتوفير خدمة واحدة.

وللوسيط MAC أربعة أنواع:

- وسيط إرسال مفرد: يستحدث وسيط الإرسال المفرد بإنشاء قناة مادية واحدة للإرسال في اتجاه واحد.
- وسيط إرسال مزدوج: يستحدث وسيط الإرسال المزدوج بضم وسيطين يعملان باتجاهين متعاكسين في قناتين ماديتين.

<sup>11</sup> انظر الفقرة 5.5 من التوصية ITU-R M.1457.

- وسيط إرسال مفرد بقناتين: يستحدث وسيط إرسال مفرد بقناتين بضم وسيطي إرسال مفردين طويلين يعملان في نفس الاتجاه وفي قناتين مادتين.
  - وسيط إرسال مزدوج بقناتين: يتألف وسيط الإرسال المزدوج بقناتين من وسيطي إرسال مزدوج من نفس توصيل التحكم MAC.
- ويتخذ الوسيط إحدى الحالات التشغيلية الثلاث التالية:
- وسيط زائف: ويضم عادة إرسالات متواصلة (أي إرسال في كل رتل).
  - وسيط حركة: ويضم إرسالات متواصلة من نقطة إلى نقطة. وهو وسيط إرسال مزدوج أو وسيط إرسال مفرد بقناتين أو وسيط إرسال مزدوج بقناتين.
  - وسيط دون توصيل: ويضم إرسالات متقطعة. وهو وسيط إرسال مفرد أو إرسال مزدوج.
- وتحدد طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) البنية المنطقية للقنوات المادية. ويعتمد معدل بتات المستعمل على نوع الفترة الزمنية ونظام التشكيل وسوية الحماية وعدد الفترات الزمنية وعدد الموجات الحاملة.
- وتتيح الرسائل والإجراءات الإلزامية لانتقاء القنوات دينامياً تعاملاً فعالاً بين الأنظمة الخاصة والعمومية العاملة في نطاق ترددات معين مشترك دون الحاجة إلى اللجوء إلى عمليات تخطيط الترددات التقليدي. ولكل جهاز نفاذ إلى جميع القنوات (تجميعات زمن/تردد). وعند الحاجة إلى التوصيل يتم اختيار القناة على أساس أهما، في تلك اللحظة وفي ذلك المكان هي القناة الأقل تداخلاً بين جميع لقنوات النفاذ المشتركة. الأمر الذي يعني عن التخطيط التقليدي للترددات وييسر عمليات التركيب إلى حد بعيد. ويقدم هذا الإجراء أيضاً قدرة تتزايد بازدياد قرب مكان محطة القاعدة مع المحافظة على نوعية عالية للوصلة الراديوية. ويساعد الاستغناء عن تقسيم مورد الترددات على عدة خدمات أو مستعملين في استعمال الطيف استعمالاً فعالاً.
- وتقدم المواصفات الأخيرة معلومات محدثة عن نظام "الجيل الجديد للاتصالات DECT" الذي يركز بشكل رئيسي على توفير خدمات تستعمل بروتوكول الإنترنت. كما أن نوعية خدمة الهاتفية يتحسن باستعمال تشفير النطاق الواسع. وجهاز التشفير وفك التشفير الضروري لتأمين التشغيل البيئي في السطح البيئي الراديوي هو الكودك G.722. ويمكن التفاوض بشأن خيارات أخرى لكودك. وإضافة إلى خدمة الهاتفية باستعمال بروتوكول الإنترنت يتيح "الجيل الجديد للاتصالات DECT" خدمات سمعية وفيديوية وغيرها من الخدمات القائمة على بروتوكول الإنترنت.

## الملحق 3

معايير المعهدين IEEE وETSI الموحدة للسطوح البينية الراديوية  
لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة الثابتة  
ومنها التطبيقات المتنقلة والجوالة

## 1 معلومات عامة عن السطح البيني الراديوي

إن المعيار IEEE 802.16 (كما فيه التعديل 2005-802.16e) والمعايير ETSI HiperMAN تعرف سطوحاً بينية راديوية موحدة للطبقات المادية لإرسال OFDM والنفاذ OFDMA وللطبقة MAC (التحكم بالنفاذ إلى الوسيط)/الطبقة DLC (التحكم بوصول المعطيات). لكن مع أن المعيار ETSI BRAN HiperMAN لا يتطرق غلا لتطبيقات الخدمة الجوالة، فإن المعيار IEEE 802.16 أيضاً يتوجه للتطبيقات المحمولة بالكامل على عربات.

ويتيح استعمال نطاقات تردد دون 6 GHz إنشاء نظام نفاذ يتوافق مع هذا السطح البيني الراديوي المعياري ويقدم مجموعة من التطبيقات بدءاً من التطبيقات المتنقلة بالكامل حتى تطبيقات الشركات والتطبيقات الخاصة في المدن والضواحي والريف. وتم تحسين هذا السطح البيني ليعمل مع القنوات الراديوية للأجهزة المتنقلة الدينامية. وهو قادر على توفير طرائق نقل وسلسلة كاملة من أساليب الاقتصاد في الطاقة. وقد تتيح هذه المواصفة تسهيل توفير بيانات نوعية من نمط الإنترنت وبيانات في الوقت الفعلي، بما في ذلك تطبيقات مثل المهاتفة وخدمة المؤتمر المرئي.

ويسمى هذا النوع من الأنظمة بالشبكة اللاسلكية لمنطقة حضرية (WirelessMAN في المعيار IEEE وHiperMAN في المعيار ETSI BRAN). ولا تحيل كلمة "حضرية" إلى التطبيق بل إلى الحجم. وتستند معمارية هذا النوع من الأنظمة بشكل رئيسي إلى الإرسال من نقطة إلى عدة نقاط مع محطة قاعدة تخدم مشتركين في خلية معينة قد تصل مساحتها إلى عدة كيلومترات. ويتمكن المستعملون من النفاذ إلى أنواع مختلفة من المطارييف مثل الهواتف المحمولة والهاتف الذكي والحاسوب الجيبى والحاسوب الشخصي المحمول والمذكرة الإلكترونية وذلك في بيئة متنقلة. ويعمل السطح البيني الراديوي في عدد من عروض القنوات مثل 1,25 و3,5 و5 و7 و8,75 و10 و14 و15 و17,5 و20 MHz لترددات التشغيل تحت التردد 6 GHz. ويحسن استعمال تعدد الإرسال المتعامد بتقسيم التردد (OFDM) والنفاذ المتعدد المتعامد بتقسيم التردد (OFDMA) من فعالية استعمال عرض النطاق بسبب البرمجة المناسبة للوقت/التردد والمرونة في إدارة أجهزة المستعمل المختلفة مع عدد من أنواع الهوائيات وأشكالها. وينتج عن هذا الاستعمال نقص التداخل في أجهزة المستعمل ذات الهوائيات شاملة الاتجاهات وتحسن المقدرة في غير خط البصر، وهو أمر بالغ الأهمية بالنسبة لمشاركي الخدمة المتنقلة. ويحدد ترتيب القنوات الفرعية قنوات فرعية يمكن توزيعها على مختلف المشتركين تبعاً لشروط القناة ومتطلبات معطياتها. ويعطي ذلك مزودى الخدمة مزيداً من المرونة في إدارة عرض القناة وقدرة الإرسال ويؤدي إلى مزيد من الفعالية في استعمال الموارد بما فيها موارد الطيف.

ويوفر السطح البيني الراديوي عدداً من عروض القنوات وترددات التشغيل تتيح فعالية قصوى في استعمال الطيف تصل إلى 3,5 bits/s في تشكيلة واحدة لهوائي الاستقبال والإرسال (SISO).

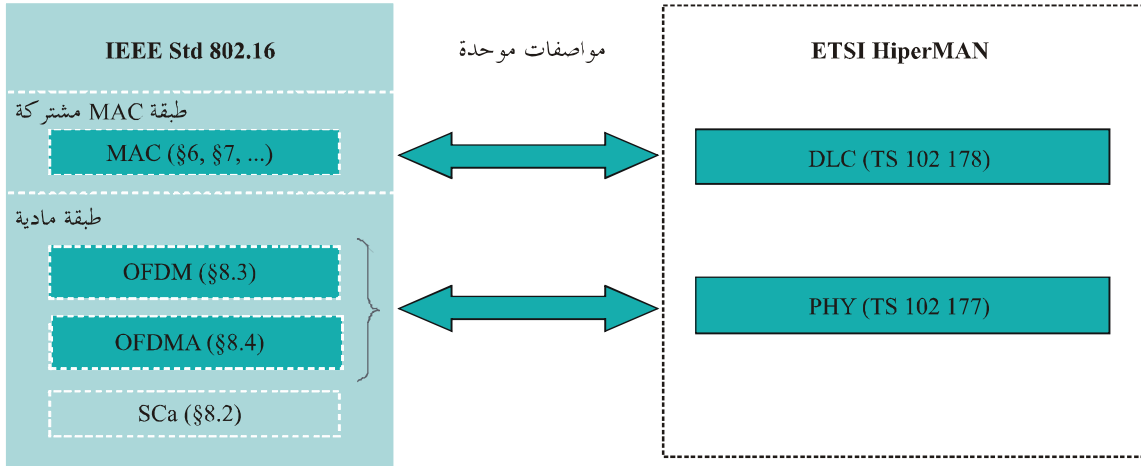
ويضم السطح البيني الراديوي الطبقة PHY والطبقة MAC/DLC. وتقوم الطبقة MAC/DLC على أساس النفاذ المتعدد المخصص حسب الطلب حيث الإرسالات مبرمجة تبعاً للأولوية والتيسر. ويستند هذا التصميم إلى الحاجة إلى توفير نفاذ من النوع التشغيلي للشبكات العمومية من خلال توفير عدة طبقات فرعية للتقارب مثل بروتوكول الإنترنت والإنترنت مع المحافظة على نوعية خدمة كاملة.

وتقدم الطبقة MAC/DLC الأساليب OFDM (تعدد إرسال متعامد بتقسيم التردد) وOFDM (نفاذ OFDMA) وPHY.

ويبين الشكل 1 مخططات مواصفات التشغيل البيئي الوحدة للمعايير IEEE و WirelessMAN و ETSI HiperMAN التي تضم مواصفات الطبقات المادية لإرسال OFDM والنفاذ OFDMA وكذلك كامل الطبقة MAC بما فيها وظائف الأمن.

الشكل 1

### المعايير BWA الموحدة الخاصة بالتشغيل البيئي في الترددات تحت 6 GHz



1801-01

ويحدد المنتدى WiMAX Forum<sup>TM</sup> والمعايير IEEE 802.16 و ETSI HiperMAN ملامح معالم التشغيل البيئي الموصى بها. وترد خصائص المعيار IEEE 802.16 في وثيقة المعايير الرئيسية بينما ترد خصائص المعيار HiperMAN في وثيقة مستقلة. وتحدد رابطة تكنولوجيا الاتصالات (TTA) ملامح الخدمة WiBro (اللاسلكية عريضة النطاق) التي تحيل إلى ملامح معيار المنتدى WiMAX.

وتحتفظ الرابطة TTA بالمعيار TTAS.KO-06.0082/R1 للخدمة WiBRO وهي خدمة إنترنت متنقلة في كوريا. ويشترك هذا المعيار من المعيار IEEE Std 802.16-2004/Cor1 والتصويب IEEE 802.16e-2005 بما فيه التعديل IEEE 802.16-2004/Cor1.

## 2 مواصفة تفصيلية للسطح البيئي الراديوي

### 1.2 المعيار IEEE 802.16

*IEEE Standard for local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems.*

المعيار IEEE 802.16 هو معيار سطوح بنية راديوية للنفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA). ولا ينطبق المعيار في صيغته الأساسية IEEE Std 802.16-2004 إلا على الأنظمة الثابتة والجوالة. ويتيح تعديله IEEE 802.16e-2005 استعماله في الخدمتين الثابتة والمتنقلة في نفس الوقت في نطاقات ترددات مرخص بها تحت التردد 6 GHz. أما المعيار IEEE 802.16 الحالي (بما فيه التعديل IEEE 802.16e) فصمم على شكل شبكة راديوية للمعطيات بأسلوب الرزم وبصبيب مرتفع قادر على توفير عدة أنواع من التطبيقات والخدمات التي تستعمل بروتوكول الإنترنت وتقوم على أساس نماذج مختلفة للاستعمال والتنقل والهندسة. ومن أجل توفير هذا التنوع صمم السطح البيئي الراديوي IEEE 802.16 على درجة عالية من المرونة مع قائمة واسعة من الخيارات.

وتتيح تكنولوجيا اللاسلكية المتنقلة عريضة النطاق القائمة على المعيار IEEE 802.16 مرونة في نشر الشبكة وتوفير الخدمات. وفيما يلي وصف بعض خصائص المعيار الرئيسية ذات الصلة:

#### الصبيب وفعالية استعمال الطيف والتغطية

تتضافر التقنيات المتطورة للهوائيات المتعددة مع تشوير النفاذ OFDMA من أجل زيادة استطاعة النظام وتغطيته إلى أكبر حد. ويحوّل التشوير OFDM قناة عريضة النطاق تتعرض للخبو الانتقائي للتردد إلى عدة موجات حاملة فرعية ضيقة النطاق مع خبو منتظم مما يمكن تشغيل الهوائي الذكي على موجات حاملة فرعية منتظمة المتجه. وفيما يلي الخصائص التقنية الرئيسية المتعددة للهوائي:

- تعدد دخل وتعدد خرج (MIMO) من المرتبة الثانية والثالثة والرابعة وتعدد إرسال مكاني (SM) في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة؛
- تبديل MIMO تكييفي بين تشفير تعدد الإرسال المكاني/القدرة المكانية الزمنية من أجل زيادة فعالية استعمال الطيف إلى أكبر حد دون تقليص منطقة التغطية؛
- تعدد إرسال مكاني مرافق للوصلة الصاعدة (UL) للأجهزة المزودة بهوائي إرسال واحد؛
- تقنية متطورة لتشكيل الحزم دون توجيه.

وتتوفر مراتب التشكيل QPSK و 16-QAM و 46-QAM في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة على حد سواء. أما أنظمة التشفير المتطورة ومنها التشفير التلافيفي و CTC و BTC و LDPC بالترافق مع أسلوب التجميع (chase combining) وأسلوب ARQ الهجين بالإطباب التدريجي وآلية التشكيل والتشفير التكييفيين فتمكن التكنولوجيا من توفير وصلة راديوية متينة وعالية الجودة.

#### توفير إمكانية التنقل

يتيح هذا المعيار تحسين النقل التبدلي الذي تقوم به المحطة القاعدة أو المحطة المتنقلة مع الحفاظ على فعالية استعمال عرض النطاق واختصار وقت النقل إلى أقل من 50 ms. ويتيح أيضاً خيار التبدل السريع لمحطة قاعدة (FBSS) والنقل المتنوع Marco (MDHO) من أجل اختصار مدة النقل. وتتوفر أيضاً أساليب مختلفة لتوفير الطاقة ومنها أسلوب الرقاد والراحة.

#### الخدمات المتوفرة وأصنافها

تتوفر مجموعة خيارات لنوعية الخدمة مثل الخدمة UGS (خدمة ضمان دون طلب) ومعدل متغير في الوقت الفعلي ومعدل متغير في وقت لاحق ومعدل متغير لاختيار الأفضل، والزيادة في الوقت الفعلي مع إلغاء فترات الصمت (خاصة لأغراض المهاتفة باستعمال الإنترنت) من أجل ضمان سوية الخدمة بما فيها معدل إيصال المعلومات المتفق عليه والمعدل الأقصى والمعدل الأدنى المحجوز والمعدل الأقصى الثابت وأقصى تفاوت مسموح به للانتشار وللارتعاش وأولوية الخدمة، وذلك لأنماط مختلفة من تطبيقات الإنترنت والوقت الفعلي مثل المهاتفة باستعمال الإنترنت.

ويتيح التوزيع المتغير للأرتال الفرعية في الوصلتين الصاعدة والهابطة تسيير حركة المعطيات في هاتين الوصلتين بصورة متناظرة داخليا.

وتتيح عدة أساليب OFDMA لتوزيع الموجات الحاملة المتجاورة والمتنوعة للتكنولوجيا أن تجد حلولاً توفيقية بين التنقلية والاستطاعة داخل الشبكة ومن مستعمل إلى مستعمل. ويتيح النفاذ OFDMA مع تبديل الموجات الحاملة المتجاورة إمكانية تخصيص مجموعة موجات حاملة لمستعملي الخدمة المتنقلة وذلك تبعاً لقوة الإشارة.

وتقدم أنظمة توزيع القنوات الفرعية والتشوير MAP آلية تسمح بالحصول على أفضل برمجة لموارد المكان والتردد والوقت من أجل مراقبة المعطيات وتوزيعها (توزيع متعدد وإذاعي وأحادي) في نفس الوقت في السطح البيئي الراديوي رتلاً رتلاً.

### قابلية المعايير

المعيار IEEE 802.16 مصمم ليقبل عروض نطاق مختلفة للقناة من 1,25 إلى 28 MHz وذلك لتلبية احتياجات متفرقة في أرجاء العالم.

وتتيح الطبقة المادية القابلة للمعايرة والقائمة على أساس مفهوم النفاذ OFDMA القابل للمعايرة للتكنولوجيا تحسين الأداء إلى أكبر قدر في بيئة متنقلة تتعرض للخبو الناجم عن تعدد المسارات وتتصف بتأخر الانتشار وأثر دوبلر مع إطناب ضئيل في مدى واسع من عروض نطاق القناة. وتحقق قابلية المعايير من خلال تسوية متحولة فورييه السريعة (FFT) مع عرض نطاق القناة وتثبيت تباعد الترددات بين الموجات الحاملة الفرعية.

### تخطيط إعادة استعمال الترددات

يقدم المعيار IEEE 802.16 OFDMA PHY عدة أساليب للتوزيع إلى موجات حاملة فرعية وعدة بني أرتال مثل الاستعمال الجزئي أو الكلي للتوزيع إلى قنوات فرعية (PUSC أو FUSC) أو التشكيل والتشفير المتطورين (AMC). وتمكن هذه الخيارات مزودي الخدمة من التخطيط بمرونة لإعادة استعمال الشبكات اللاسلكية من أجل الحصول على عامل إعادة استعمال الترددات قدره 1 من حيث فعالية استعمال الطيف أو عامل إعادة استعمال متين قدره 3 من حيث التداخل أو أفضل السيناريوهات لإعادة استعمال جزئي.

وفي حالة عامل إعادة الاستعمال 1 وعلى الرغم من أن استطاعة النظام تزايد عادة، قد يعاني المستعملون عند أطراف خلية التغطية من نوعية التوصيل المتدنية بسبب التداخل الشديد. ونظراً لأن المستعملين في النفاذ OFDMA يستخدمون القنوات الفرعية التي تشغل جزءاً صغيراً من عرض نطاق القناة فمن الممكن معالجة مشكلة التداخل عند أطراف الخلية بسهولة من خلال إعادة ترتيب استعمال القنوات الفرعية وعامل إعادة الاستعمال داخل الأرتال (ومن هنا مفهوم إعادة الاستعمال الجزئي) دون اللجوء إلى عملية التخطيط التقليدية للترددات. وتُبقى هذه التشكيلة على العامل 1 لإعادة استعمال الترددات في الحمولة الكاملة للمستعملين الواقعين في وسط الخلية<sup>12</sup> والذين يتمتعون بتوصيل جيد من أجل تعزيز فعالية الطيف إلى أبعد حد، بينما تتم إعادة الاستعمال الجزئي للترددات لخدمة المستعملين الواقعين على حدود الخلية<sup>13</sup> من أجل تحسين نوعية التوصيل ومعدله. ويمكن استمثال تخطيط إعادة استعمال القنوات الفرعية بتكليفه مع القطاعات أو الخلايا تبعاً لحمولة الشبكة وتوزيع مختلف أنماط مستعملها (ثابت ومتنقل) وحالة التداخلات رتلاً رتلاً. ويجوز لجميع الخلايا/القطاعات أن تستخدم نفس قناة التردد الراديوي دون الحاجة إلى إجراء تخطيط الترددات التقليدي.

### طبقة الأمن الفرعية

يوفر المعيار IEEE 802.16 الخصوصية وإدارة المفاتيح RSA PKMv1 و HMAC و AES-CCM وكذلك EAP - PKMv2 و CMAC و AES-CTR والأمن MBS.

### المعيار

المعيار IEEE متاح في نسخته الإلكترونية في العنوانين التاليين:

المعيار الأساسي: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2004.pdf>

التعديل 802.16e: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16e-2005.pdf>

<sup>12</sup> المستعملون الواقعون في وسط القطاع بعيداً عن القطاعات المجاورة.

<sup>13</sup> المستعملون الواقعون قرب حدود القطاع قريباً من القطاعات المجاورة.

## 2.2 معايير المعهد ETSI

تضم المواصفات الواردة في هذا القسم المعايير التالية لأغراض النفاذ اللاسلكي عريض النطاق، وفيما يلي أحدث النسخ المتاحة:

- ETSI TS 102 177 v1.3.2: شبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN)؛ HiperMAN؛ الطبقة المادية (PHY).
  - ETSI TS 102 178 v1.3.2: شبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN)؛ HiperMAN؛ طبقة التحكم في وصلة المعطيات (DLC).
  - ETSI TS 102 210 v1.2.1: شبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق (BRAN)؛ HiperMAN؛ خصائص النظام.
- ملخص: يتناول المعيار HiperMAN موضوع قابلية التشغيل البيئي أنظمة النفاذ BWA تعمل بترددات أدنى من 11 GHz من أجل التشغيل في خلايا كبيرة لا تقع في خط البصر (NLOS). ويقدم المعيار الأسلوبين FDD و TDD وفعالية عالية في استعمال الطيف ومعدلات مرتفعة للمعطيات وتشكيل تكييفي ونصف قطر كبير للخلايا ودعم أنظمة متطورة للهوائيات وخوارزميات تشفير على درجة عالية من الأمن. والخصائص الراهنة لهذا المعيار تتوجه للمعدلين 1,75 MHz و 3,5 MHz والتباعد 7 MHz بين القنوات وتتلاءم مع النطاق 3,5 GHz.
- أما الخصائص الرئيسية للمعايير HiperMAN الموحدة تماماً مع المعيار IEEE 802.16 فهي:
- جميع تحسينات الطبقة PHY المتعلقة بالأسلوبين OFDM و OFDMA بما فيها MIMO الخاصة بالأسلوب OFDMA؛
  - ترتيب مرن للقنوات مع تباعد قدره 3,5 MHz و 7 MHz و 10 MHz (ويصل إلى 28 MHz)؛
  - نفاذ OFDMA قابل للتوسيع مع قيم المتحولة FFT البالغة 512 و 1024 و 2048 نقطة للاستعمال تبعاً لعرض القناة على نحو يبقي التباعد بين الموجات الحاملة الفرعية ثابتاً؛
  - النفاذ OFDMA للوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة (ترتيب القنوات الفرعية) للأسلوبين OFDM و OFDMA؛
  - توفير الهوائي التكييفي في الأسلوبين OFDM و OFDMA.
- المعايير: جميع المعايير ETSI متاحة بنسختها الإلكترونية في العنوان <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp> مع تحديد رقم المعيار في مربع البحث.

## الملحق 4

### المعايير ATIS WTSC المتعلقة بالسطوح البينية الراديوية في أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة

#### معيار النفاذ اللاسلكي إلى شبكة الإنترنت عريضة النطاق (WWINA) ATIS WTSC ومعايير أخرى

إن لجنة التكنولوجيا والأنظمة الراديوية (WTSC، T1P1 سابقاً) للرابطة ATIS (رابطة الحلول الصناعية للاتصالات) هي منظمة معنية بوضع المعايير ومعتمدة من المؤسسة الوطنية الأمريكية للمعايير، وضعت ثلاثة معايير وطنية أمريكية تنسجم والمتطلبات التي اعتمدها فيما يتعلق بأنظمة النفاذ اللاسلكي إلى شبكة الإنترنت عريضة النطاق (WWINA) ومعايير أخرى تطبق على النفاذ اللاسلكي الجوال. وتتيح معايير السطوح البينية الراديوية WWINA إمكانية التنقل وتقديم خدمات مكاملة لما



تقدمه الخدمتان DSL والمودم الكبلي لمشاركي الخدمة الجواله المتنقلين. ويتم تعزيز هذه الأنظمة لاستخدامها في خدمات المعطيات بأسلوب الرزم عالية السرعة التي تعمل في قناة مستقلة للمعطيات المحسنة. وتحدد متطلبات النفاذ WWINA سطحاً بيئياً راديويّاً للإنترنت لا يقع في خط البصر لأجهزة الوسائط المتعددة ولجميع أنواع الشاشات والأداء.

وتتيح هذه السطوح البينية الراديوية استعمال الأجهزة الطرفية (AT) المحمولة للنفاذ مع أداء محسن مقارنة بأنظمة أخرى مخصصة لأجهزة المستعمل كثيرة التشغيل. وتركز السطوح البينية الراديوية WWINA على وجه التحديد على تحسين نعوت الأداء التالية:

- سرعة إرسال المعطيات في النظام؛
- تغطية/مدى النظام؛
- استطاعة الشبكة؛
- الحد من تعقيد الشبكة إلى أبعد حد؛
- إدارة مستوى الخدمة ونوعية الخدمة.

## I المعيار الخاص بالسطوح البينية الراديوية لأنظمة تمديد الطيف T1.723-2002 I-CDMA

### 1 معلومات عامة عن السطح البيني الراديوي

يستعمل المعيار I-CDMA (النفاذ المتعدد إلى الإنترنت بتقسيم الشفرة) تكنولوجيا النفاذ CDMA العاملة بمعدل رقاقت قدره Mcps 1,2288 والتي تستعمل تخصيص تردد قدره MHz 1,23 مشابه لترددات الأنظمة الخلوية التجارية بالنفاذ CDMA. ويضمن التشكيل QPSK/BPSK مع شفرة توربو للمنتج (TPC) وتصحيح الخطأ الأمامي استناداً إلى الشفرات BCH والبروتوكول ARQ تسليمياً أميناً للمعطيات. وتستعمل تباعدات بين القنوات قدرها 12,5 kHz أو 25 kHz أو 30 kHz أو 50 kHz لتحديد الترددات المركزية للإرسال والاستقبال في القنوات من أجل تأمين المواءمة مع الترددات المخصصة حالياً للأنظمة FDD الخلوية.

### 2 المواصفات التفصيلية للسطح البيني الراديوي

يتألف السطح البيني الراديوي I-CDMA من ثلاث طبقات تعتمد النموذج OSI. وهذه الطبقات هي الطبقة المادية، وطبقة الوصلة، التي تضم التحكم LAC والتحكم MAC، وطبقة الشبكة.

ترسل الطبقة المادية إلى طبقة الوصلة قطع معطيات موضوعة في رزم وتقبلها من هذه الطبقة. وتقدم تشفير التصحيح الأمامي (FEC) والتشذير والتعامد والتمديد من أجل إتاحة النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) والتشكيل.

وتشمل طبقة الوصلة طبقتين فرعيتين هما: التحكم بالنفاذ إلى الوصلة (LAC). وتتولى الطبقة MAC مهمة إدارة موارد الطبقة المادية لأغراض خدمات المعطيات. أما الطبقة LAC فتقوم بإقامة توصيل طبقة الوصلة بين أطراف النفاذ (AT) ومسير محطة قاعدة (BSR). وتعنى طبقة الوصلة بالتقطيع وإعادة التجميع وخدمات المعطيات واستعادة التشغيل بعد وقوع خطأ ARQ.

وتستقبل طبقة الشبكة حمولة المستعمل على شكل رزم IP وتنقلها من وإلى طبقة الوصلة. وتتصل طبقة الشبكة مع كيانها النظير عبر السطح البيني الراديوي I-CDMA بغية إنشاء وظائف طبقة الشبكة ومراقبتها. وهي تتيح تشكيلات الأطراف AT وإدارته وصيانة التوصيل واستيقان الأجهزة ومستعملها. وتتيح طبقة الشبكة أيضاً ضمان نوعية الخدمة وخدمات الجلسة والتنقل باستخدام بروتوكول الإنترنت المتنقل.

## II مواصفة الطبقة المادية MCSB، والتحكم بالنفاذ إلى الوسيط المادي (MAC)/الوصلة المنطقية (LLC) وطبقة الشبكة

### 1 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

يستعمل المعيار MCSB (تشكيل متزامن لرزم الموجات الحاملة المتعددة) مزيجاً من تكنولوجيا النفاذ CDMA والهوائيات التكييفية (الذكية) لإنتاج نظام إرسال من نقطة إلى عدة نقاط من نوعية محسنة بهدف تحقيق معدلات معطيات عريضة النطاق في البيئات غير الواقعة في خط البصر (NLOS).

### 2 الموصفات التفصيلية للسطح الراديوي

يتكون السطح الراديوي MCSB من ثلاث طبقات تعتمد النموذج OSI. وهذه الطبقات هي الطبقة المادية وطبقة وصلة المعطيات التي تضم التحكم LLC والتحكم MAC، وطبقة الشبكة.

وتحدد الطبقة المادية كما يبين الجدول 1 التشكيل وتعدد الإرسال وبنية أرتال الإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD) والتحكم بالقدرة وتزامن التوقيت. كما تعالج المعطيات بتبديل الدارات وتبديل الرزم على حد سواء في نفس الطريقة.

#### الجدول 1

#### وظائف طبقات السطح البيئي الراديوي

الوظيفة	الطبقة
تصنيف/تحديد درجة أولوية الرزم، التقابل، التشغيل والإدارة والصيانة (OA&M)	طبقة الشبكة (L3)
LLC: تقطيع/إعادة جمع، إدارة الموارد، استعادة الإرسال الانتقائي بعد وقوع خطأ	طبقة الوصلة (L2)
MAC: تقطيع/إعادة جمع، إدارة الموارد، تصحيح الخطأ الأمامي	
ترتيب القنوات، تمديد النفاذ CDMA، تشكيل، التحكم في القدرة، تزامن	الطبقة المادية (L1)

وتضم طبقة وصلة المعطيات طبقتين فرعيتين: التحكم بالنفاذ إلى الوسيط (MAC) والتحكم بالوصلة المنطقية (LLC). وتعنى الطبقة MAC بتخصيص القناة وإعادة تخصيصها وتحريرها ومعالجة رزم المعطيات. وتعالج الطبقة LLC المعطيات بتبديل الدارات وتبديل الرزم على حد سواء. ويقوم التحكم بالوصلة المنطقية لتبديل الدارات بجمع رزم إشارات التحكم وفكها ومعالجتها، وينشئ التوصيل الهاتفي مع قناة المشفر الصوتي الملائم. أما التحكم بالوصلة المنطقية لتبديل الرزم فينظم بنية المعطيات وينفذ بروتوكول الاستعادة الانتقائية بعد حدوث خطأ ما.

وتقوم طبقة الشبكة بتصنيف/تحديد درجة أولوية الرزم وإقامة تقابل مع الإترنت وإرسال رسائل التشغيل والإدارة والصيانة (OA&M) وهي السطح البيئي مع الشبكة المركزية.

ويستعمل السطح البيئي الراديوي موجات حاملة بتردد 500 kHz لقنوات الحركة/النفاذ/الإذاعة بينما تستعمل قناة التزامن موجات حاملة بتردد 1 MHz. وبالتالي يمكن الحصول في عرض نطاق قدره 5 MHz على 10 موجات حاملة لقنوات الحركة/النفاذ/الإذاعة، أو 5 موجات حاملة لقنوات التزامن. وكل موجة حاملة قادرة على توفير عدد من قنوات شفرة الحركة (TCC) يصل إلى 32 قناة.

ويستخدم تشفير ريد-سولومون لتصحيح الخطأ الأمامي وتشكل تدفقات المعطيات باستعمال QPSK أو 8-PSK أو 16-QAM أو 64-QAM. وتتجمع المعطيات في كل قناة TCC ثم تجمع مع قنوات شفرة أخرى لجمع الحصيلة.

ويمكن لقناة حركة الرجوع أن تستعمل موجتين حاملتين فرعيتين متجاورتين أو أربع كحد أقصى.

وفترة الرتل المستخدم هي 10 ms مع عدد رموز إجمالي بمقدار 125 رمزاً في الرتل (بما فيها الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة). وقد تشغل حركة الذهاب  $7 * n + 55$  رموز بينما تشغل حركة الرجوع  $7 * n - 55$  رموز، حيث تتراوح  $n$  بين 0 (تناظري) و7.

### III المعيار ATIS-0700004.2005: النفاذ المتعدد بتقسيم المكان عالي القدرة (HC-SDMA)

#### 1 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

يحدد المعيار HC-SDMA السطح البيئي الراديوي لنظام متنقل عريض النطاق في منطقة شاسعة. ويستخدم المعيار تقنيي الإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD) والهوائي التكميبي (AA) مع خوارزميات معالجة المكان باستعمال عدة هوائيات من أجل التوصل إلى نظام اتصالات متنقل باستعمال فعال للطيف قادر على توفير خدمة متنقلة عريضة النطاق في نطاق ترددات (غير متزاوجة) يبلغ 5 MHz من الطيف المرخص للخدمات المتنقلة. وتصمم الأنظمة HC-SDMA لتعمل في طيف ترددات مرخص أقل من 3 GHz وهو الطيف الأكثر ملاءمة للتطبيقات المتنقلة التي تقدم إمكانية تنقل كاملة وتغطية واسعة. وبما أن الأنظمة القائمة على المعيار HC-SDMA تستند إلى تقنية الإرسال TDD ولا تتطلب نطاقات متزاوجة متناظرة يفصل بينها تباعد ملائم أو مرسل مزدوج، فإنه من السهل إدخال تعديلات عليها لتمكينها من العمل في نطاقات ترددات مختلفة. وتتيح التقنية HC-SDMA معدل إرسال للقناة قدره 20 Mbit/s في نطاق مرخص عرضه 5 MHz. ومع عامل إعادة استعمال الترددات  $N = 1/2$  في نظام يستعمل 10 MHz من الطيف المرخص، يتيسر معدل إرسال قدره 40 Mbit/s بصورة كاملة في كل خلية من خلايا الشبكة HC-SDMA مع فعالية استعمال طيف قدرها 4 بتات/ثانية/Hz/خلية.

#### 2 المواصفات التفصيلية للسطح البيئي الراديوي

للسطح البيئي الراديوي HC-SDMA بنية TDD/TDMA اختيرت خصائصها المادية والمنطقية لأغراض النقل الفعال للمعطيات IP من المستعمل الطرفي والإفادة إلى أبعد حد من مزايا الهوائي التكميبي. وتشكل الملامح المادية للبروتوكول على نحو يؤمن توفير معلومات عن المكان والأماكن التي تعاني من التداخلات المترابطة في الوصلتين الصاعدة والهابطة، فيما يتعلق بالقنوات التي تتأهب للإرسال والاستقبال الموجهين مثل قنوات الحركة. وبالمقابل، فإن القنوات غير المؤهلة للمعالجة التوجيهية مثل قنوات البحث الراديوي والإذاعة تكلف حمولات أصغر وتزود بدرجة أعلى من الحماية من الأخطاء لكي تتعادل وصلاتها مع وصلات قنوات المعالجة التوجيهية. ويضاف تشكيل وتشفير القناة التكميبيان إلى التحكم بقدرة الوصلتين الصاعدة والهابطة بغية توفير إرسال موثوق في ظروف شديدة التنوع للوصلات. كما يضاف طلب ARQ سريع إلى التشكيل والتشفير والتحكم في القدرة من أجل الحصول على وصلة موثوقة. وتتوفر أيضاً عمليات نقل سريع بين الخلايا من النمط عمل-توقف بإطناب ضئيل. وتتحقق عملية الاستيقان المتبادل للمطارييف وشبكة النفاذ والتشفير من الاستيقان والترخيص لوصلة النفاذ الراديوي وتضمن سريتها.

ويتكون السطح البيئي الراديوي HC-SDMA من ثلاث طبقات هي L1 و L2 و L3.

ويصف الجدول 2 وظائف السطح البيئي الراديوي التي تتضمنها كل طبقة. ويرد أدناه وصف موجز لكل من خصائص الطبقة؛ وتضم الأقسام اللاحقة من هذه الوثيقة معلومات دقيقة عن الملامح الرئيسية.

#### الجدول 2

##### طبقات السطح البيئي الراديوي

تعريف الخصائص	الطبقة
بنية الأرتال والرشقات، التشكيل وتشفير القناة، تقدم التزامن	L1
إرسال موثوق، تحويل القنوات المنطقية إلى قنوات مادية، تحفير عام	L2
إدارة الجلسة، إدارة الموارد، إدارة التنقلية، التقطيع، التحكم في القدرة، تكييف الوصلة، الاستيقان	L3

ويلخص الجدول 3 العناصر الرئيسية للسطح البيئي الراديوي HC-SDMA.

الجدول 3

ملخص العناصر الأساسية للسطح البيئي الراديوي HC-SDMA

القيمة	الكمية
TDD	طريقة الإرسال المزدوج
FDMA/TDMA/SDMA	طريقة النفاذ المتعدد
كشف/تجنب، برمجة مركزية	خطة النفاذ
kHz 625	تباعد الموجات الحاملة
ms 5	طول (مدة) الرتل
عدم تناظر بنسبة 3:1 الوصلة الهابطة: الوصلة الصاعدة في معدلات الذروة	عدم تناظر معدل معطيات المستعمل
3	الفواصل الزمنية في الوصلة الصاعدة
3	الفواصل الزمنية في الوصلة الهابطة
km 15 <	المدى
kbaud/sec 500	معدل الرموز
جذر التجيب التريبيعي المرفوع	تشكيل النبضة
%25	عرض نطاق القناة الزائد
- انتقاء مستقل لمجموعة الوصلتين الصاعدة والهابطة رتلاً رتلاً + تشفيرها - 8 مجموعات في الوصلة الصاعدة + أصناف التشفير - 9 مجموعات في الوصلة الهابطة + أصناف التشفير - مجموعات ثابتة المقاس ومستطيلة	تشكيل وتشفير
عروة مفتوحة ومغلقة رتلاً رتلاً في الوصلتين الصاعدة والهابطة	التحكم بالقدرة
نعم	طلب ARQ سريع
نعم	تجميع الموجات الحاملة والفواصل الزمنية
DiffServ (خدمات مؤجلة) مواصفات السياسة، الحد من معدل التشغيل، الأولوية، التقطيع، إلخ.	نوعية الخدمة
استيقان متبادل للمطاريف والمسيرات BSR، تشفير لأغراض السرية	الأمن
موجة بمطراف النفاذ، عمل-توقف	النقل
دينامي، عرض النطاق حسب الطلب	توزيع الموارد

IV المعيار T1.716/7-2000(R2004) للسطح البيئي الراديوي للنفاذ CDMA بتتابعات مباشرة عريضة النطاق للنفاذ إلى الشبكات PSTN اللاسلكية الثابتة - الطبقة 1/الطبقة 2

1 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

يستعمل هذا السطح البيئي الراديوي النفاذ CDMA بالتتابعات المباشرة مع معدلات رقاقت محددة تتراوح بين 4,16 Mchip/s إلى 16,64 Mchip/s، وينتج عن ذلك عروض نطاق راديوية تتراوح بين 5 MHz و 20 MHz. ويتحدد التشغيل FDD مع مسافات تباعد دنيا بين نطاقات الوصلتين الصاعدة والهابطة تتراوح بين 40 و 60 MHz تبعاً لمعدل الرقاقت.

## 2 المواصفات التفصيلية للسطح البيئي الراديوي

- يتكون السطح البيئي الراديوي CDMA بالتتابعات المباشرة عريضة النطاق من طبقتين: الطبقة 1 (L1) والطبقة 2 (L2) - وتقسّم إلى طبقتين فرعيتين (MAC وDLC) التي تختلف عن النموذج OSI التقليدي كما هو مبين في الجدول 4:
- يقتصر التحكم DLC على التحكم في وصلة المعطيات لقنوات التحكم المكرسة. ولا يدير التحكم DLC قنوات الحركة المكرسة.
- يقوم التحكم MAC - وليس الطبقة المادية (PHY) - بالشفير/فك التشفير لتصحيح الخطأ الأمامي (FEC)، والتشفير/فك التشفير وتكرار/تجميع الرموز، والتحكم في القدرة لأغراض نوعية الخدمة.

### الجدول 4

#### طبقات السطح البيئي الراديوي

الوظائف	الطبقة
DLC: التحكم في وصلة معطيات قنوات التحكم المكرسة	الطبقة 2 (L2)
MAC: تشفير/فك تشفير، تكرار/تجميع الرموز، التحكم في القدرة، تجفير/فك تجفير	
ترتيب القنوات، تمديد النفاذ CDMA، تشكيل/إزالة تشكيل، تزامن، جمع/تقسيم الترددات الراديوية	الطبقة 1 (L1)

توفر الطبقة 1 قنوات مادية (حمالة) بمعدل 128 kbit/s. ويمكن تجميع عدة حمالات معدلها 128 kbit/s لتوفير خدمات بمعدل معطيات أعلى إلى المستعمل. وتعدد الطبقة 1 إرسال عدة قنوات مادية داخل نفس طيف الترددات الراديوية باستعمال تقنية تمديد طيف التتابع المباشر علماً بأن لكل قناة تتابع تمديد منفصل.

ويشكل تتابع المعطيات لكل قناة مادية تتابع التمديد، ويشكل التتابع الناتج بدوره الموجة الحاملة الراديوية. ويحدد معدل تتابع التمديد عرض نطاق الإرسال.

وتتولد الرموز الدليلة في الطبقة 1 حسب الحاجة وترسل مع إشارات المعطيات المشكّلة.

وتقدم الطبقة الفرعية DLC من الطبقة 2 خدمات خطة التحكم. كما تقدم وظيفة التحكم في الأخطاء في بروتوكول نفاذ إلى الوصلة المتناظرة المسماة LAPC التي تستند إلى البروتوكول LAPC الذي يستند بدوره إلى البروتوكول LAPD (التوصيتان ITU-T Q.920 وITU-T Q.931). وتوفر خدمات خطة التحكم خدمة إرسال من نقطة إلى نقطة يعمل بأسلوب الإشعار. وتضم خدمة الإرسال من نقطة إلى نقطة وظائف العنونة والتحكم في الخطأ والتحكم في التدفق وتشكيل تتابعات الرتل وتعدد الإرسال/فك تعدد الإرسال في ميادين معلومات طبقة الشبكة وتقسيم الأرتال DLC.

وتتاح جميع المعايير المذكورة في هذا الملحق بنسختها الإلكترونية في العنوان: <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>

## الملحق 5

### "الجيل القادم للهواتف المحمولة PHS" لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) في الخدمة المتنقلة

#### 1 معلومات عامة عن السطح البيئي الراديوي

طوّرت مجموعة مذكرة التفاهم بشأن الهواتف المحمولة (PHS MoU Group)، وهي منظمة وضع معايير خاصة بأنظمة الهواتف الشخصية المحمولة (PHS) "الجيل القادم للهاتف PHS<sup>14</sup>" كنظام من أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA). ويتيح نظام "الجيل القادم PHS" فعالية عالية في استعمال الطيف خاصة بسبب استعمال خلايا صغيرة نصف قطرها أصغر بكثير من نصف قطر خلايا الهاتف المتنقل العادي أو النظام PHS الأصلي.

و"الجيل القادم للهواتف PHS" هو نظام BWA متنقل جديد يستعمل النفاذ OFDMA/TDMA-TDD وبعض الخصائص المتطورة التالي وصفها:

- استمرارية التوصيل في بروتوكول الإنترنت نظراً للراحة التي يوفرها التوصيل المستمر في المودم الكلي وغيره، لا بد من تأمين استمرارية التوصيل في بروتوكول الإنترنت التي تتيح للمستخدمين البدء الآني بإرسال عالي السرعة.
- سرعة إرسال عالية من المهم أيضاً المحافظة على صبيب ما لأسباب عملية حتى حالات الحركة الكثيفة.
- سرعة الإرسال في الوصلة الصاعدة نظراً للطلب المتزايد على الاتصالات ثنائية الاتجاه في النطاق العريض مثل اتصالات المؤتمر الفيديوي، فإن سرعة إرسال تتجاوز 10 Mbit/s في الوصلة الصاعدة ستكون أكثر إلحاحاً في المستقبل القريب.
- فعالية عالية في استعمال الطيف عند حدوث ازدحام حاد في الحركة يتمركز في المنطقة التجارية أو في مركز المدينة، قد يسبب نقص الترددات مشاكل تعطل خدمات عديدة. ومن أجل تجنب مثل هذه الحالات، لا بد من استعمال طيف الترددات بفعالية عالية.

علاوة على ذلك، يتيح النظام استعمال الطيف استعمالاً عالي الفعالية من خلال التقنيات التالية:

- تتيح تقنية صفيق الهوائيات التكييفية وتقنية النفاذ المتعدد بتقسيم المكان عامل إعادة استخدام الترددات أعلى من 4.
- تتيح تقنية التحكم اللامركزي الذاتي الاستغناء عن ضرورة تخطيط الخلايا مما يؤدي إلى إمكانية إنشاء خلايا بنصف قطر أقل من 100 m.

وبما أن العديد من الخلايا تتداخل فيما بينها في نظام "الجيل القادم للهواتف PHS"، فإن الهاتف المحمول يمكنه النفاذ إلى محطات خلايا مجاورة في نفس الوقت. ولذا، فإن هذا النظام قادر على تزويد جميع المستخدمين بصبيب مستقر ودائم عن طريق توزيع حجم الحركة بصورة مكثفة ودورية.

14 يضم نظام "الجيل القادم PHS" في معناه الواسع نظام PHS محسن وهو نظام النفاذ TDMA-TDD.

ونظراً لأن نظام "الجيل القادم للهواتف PHS" يستخدم طريقة التحكم اللامركزي الذاتي التي تتيح للعديد من المشغلين تقاسم نفس نطاق التردد، فإن فعالية استعمال الطيف ستزداد.

و"الجيل القادم للهواتف PHS" هو أحد أنظمة النفاذ BWA التي تتكون مناطق تغطيتها من خلايا صغيرة.

ويوفر السطح البيئي الراديوي "الجيل القادم PHS" عروض نطاق تتراوح بين 1,25 MHz و 20 MHz وتشكيل QAM يصل إلى 256 حالة من أجل الحصول على سرعة إرسال في الوصلتين الصاعدة والهابطة.

## 2 مواصفات تفصيلية للسطح البيئي الراديوي

للسطح البيئي الراديوي في "الجيل القادم PHS" بعدان لطرائق النفاذ المتعدد مثل النفاذ OFDMA (الذي يركز على محور التردد) والنفاذ TDMA (الذي يركز على محور الزمن). ففي محور الزمن يكون نسق الرتل الزمني المماثل للنسق الأصلي PHS الأصلي رتلاً متناظراً طوله 5 ms. وفي محور التردد وباستعمال طريقة النفاذ OFDMA يمكن وضع عدد من القنوات الفرعية داخل عرض النطاق الكامل الموزع بحسب طلب المستعمل وظروف التردد في وقت.

ويمكن لهذا السطح البيئي الراديوي استعمال عدة عروض نطاق هي 1,25 MHz و 2,5 MHz و 5 MHz و 10 MHz و 20 MHz، أما التباعد بين ترددات الموجات الحاملة الفرعية فهو 37,5 kHz. ويضم رتل الزمن ثمانية فواصل مدة كل منها 5 ms، أربعة فواصل متتالية منها للوصلة الهابطة والأربعة المتتالية الأخرى للوصلة الصاعدة. ويمكن بالطبع استعمال كل فاصل من مجموعة الأربعة الفواصل على حدة، كما يمكن استعماله بصورة مستمرة من قبل مستعمل واحد؛ وبالإمكان أيضاً استعمال أكثر من أربعة فواصل بصورة دائمة في بنية رتل لا تناظرية.

ويتيح "الجيل القادم PHS" استعمالاً فعالاً للطيف من خلال بعض الوظائف مثل صفيق الهوائيات التكميلية والنفاذ SDMA و MIMO. ويضم أيضاً طريقة التحكم اللامركزي الذاتية وتقنية تخصيص القنوات دينامياً لإنشاء شبكة خلايا صغيرة، وهي وظائف هامة لفعالية استعمال الطيف.

ويبين الجدول 5 العناصر الرئيسية للسطح البيئي الراديوي.

### الجدول 5

#### العناصر الرئيسية لنظام "الجيل القادم PHS"

طريقة النفاذ المتعدد	OFDMA/TDMA
طريقة الإرسال المزوج	TDD
عدد الإرسالات المتعددة TDMA	4
عدد الإرسالات المتعددة OFDMA	حسب عرض نطاق القناة
عرض نطاق قناة التشغيل	1,25 MHz و 2,5 MHz و 5 MHz و 10 MHz و 20 MHz
التباعد بين ترددات الموجات الحاملة الفرعية	37,5 kHz
عدد النقاط FFT (عرض نطاق القناة: MHz)	32 (1,25)، 64 (2,5)، 128 (5)، 256 (10)، 512 (20)
طول مدة الرتل	5 ms
عدد الفواصل الزمنية	8 فواصل (4 للوصلة الهابطة/4 للوصلة الصاعدة: تناظر)
طريقة التشكيل	256-QAM، 64-QAM، 32-QAM، 16-QAM، QPSK، BPSK
تخصيص القنوات	التحكم اللامركزي الذاتي
حجم الخلايا الأساسية	خلايا صغيرة
تقنية التوصيل	توصيل قناة فرعية، توصيل فواصل زمنية
تقنيات تتيح استعمالاً فعالاً للطيف	صفيق هوائيات تكميلية، SDMA، MIMO
معدل الذروة لإرسال القناة/5 MHz (في الحالة SISO، تناظر)	الوصلة الصاعدة: 8,0 Mbit/s الوصلة الهابطة: 11,2 Mbit/s

المعايير: مواصفة "الجيل القادم PHS" (A-GN4.00-01-TS) متاحة بنسختها الإلكترونية في العنوان:  
[.http://www.phsmou.org/about/nextgen.aspx](http://www.phsmou.org/about/nextgen.aspx)

## الملحق 6

يقدم الجدول 6 ملخصاً للخصائص الرئيسية لكل معيار.



## الجدول 6

## المعلومات التقنية الأساسية

مقدرات التنقل (جواله/متنقلة)	مدة الرتل	طريقة النفاذ المتعدد	طريقة الإرسال المزدوج	توفير MIMO (نعم/لا)	تشكيل الحزم (نعم/لا)	أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك)	وسيط التشفير	معدل التشكيل/ التشفير <sup>(1)</sup> - تدفق صاعد - تدفق هابط	عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية	المعيار
متنقلة	5 msec خيارات أخرى: 2، 8، 4، 2، 5، 10، 12، 20 msec	OFDMA TDMA	TDD/ FDD/ HFDD	نعم	نعم	يصل إلى 17,5 Mbit/s مع SISO يصل إلى 35 bit/s مع MIMO (2 × 2) يصل إلى 70 Mbit/s مع MIMO (4 × 4)	CC/CTC خيارات أخرى: BTC/LDPC	إلى الأعلى: - QPSK-1/2, 3/4 - 16-QAM-1/2, 3/4 - 64-QAM-1/2, 2/3, 3/4, 5/6 إلى الأسفل: - QPSK-1/2, 3/4 - 16-QAM-1/2, 3/4 - 64-QAM-1/2, 2/3, 3/4, 5/6	مرن من 1,25 MHz حتى يصل إلى 28 MHz. Typical bandwidths are: 3,5، 5، 7، 8,75، 10، 20 MHz	IEEE 802.16 WirelessMAN/ ETSI HiperMAN (الملحق 3)
جواله	:Tier 1 ms 13,33 :Tier 2 ms 26,67	CDMA	FDD	غير صحيح لكن غير مستبعد	غير صحيح لكن غير مستبعد	إلى الأعلى: 1,228 Mbit/s إلى أسفل: 1,8432 Mbit/s	Block TPC BCH	إلى الأعلى: - QPSK، - 0,793-0,325 إلى الأسفل: - QPSK، - 0,793-0,325	1,25 MHz	T1.723-2002 معيار I-CDMA السطوح البنية الراديوية لأنظمة تمديد الطيف (الملحق 4)
جواله	ms 10	CDMA	TDD	غير محدد	نعم	إلى الأعلى: Mbit/s 6,4 إلى أسفل: Mbit/s 24	شفرة ريد-سولومون (16، 18)	إلى الأعلى: - 8-PSK، QPSK - 16-QAM - (18، 16) R-S إلى الأسفل: - 8-PSK، QPSK - 64-QAM - (18، 16) R-S	5 MHz	ATIS- 0700001.2004 المادية/MCSB، MAC/LLC ومواصفة طبقة الشبكة (الملحق 4)

الجدول 6 (تابع)

مقدرات التنقل (جواله/متنقلة)	مدة الرتل	طريقة النفاذ المتعدد	طريقة الإرسال المزدوج	توفير MIMO (نعم/لا)	تشكيل الحزم (نعم/لا)	أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك)	وسيط التشفير	معدل التشكيل/ التشفير <sup>(1)</sup> - تدفق صاعد - تدفق هابط	عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية	المعيار
متنقلة	ms 5	TDMA/F DMA/ SDMA	TDD	نعم	نعم	إلى الأعلى: 2,866 Mbit/s × 8 sub-channels × 4 spatial channels = 91,7 Mbit/s إلى أسفل: 2,5 Mbit/s × 8 sub-channels × 4 spatial channels = 80 Mbit/s	شفرة تلافيفية وشفرة فدر	إلى الأعلى: - QPSK، BPSK ،12-QAM، 8-PSK 16-QAM 3/4 إلى أسفل: - QPSK، BPSK ،12-QAM، 8-PSK ،16-QAM 24-QAM 8/9	MHz 0,625	ATIS-0700004.2005 نفاذ متعدد بتقسيم المكان عالي القدرة (HC-SDMA) (الملحق 4)
جواله	19 ms كحد أقصى	CDMA	FDD	لا	لا	إلى الأعلى: Mbit/s 1,92 إلى أسفل: Mbit/s 1,92	شفرة تلافيفية	إلى الأعلى: - QPSK 1/2 - إلى أسفل: - QPSK 1/2 -	إلى 2 × 5 2 × 20 MHz (مع زيادات من 3,5 أو 5 MHz)	T1.716/7-2000 (R2004) معيار سطح بيني راديوي للنفاذ بتتابعات مباشرة عريضة النطاق في النفاذ إلى الشبكات PSTN الثابتة اللاسلكية - الطبقة 1/الطبقة 2 (الملحق 4)
متنقلة	ms 5	OFDMA TDMA	TDD	نعم (خيارى)	نعم (خيارى)	إلى الأعلى: Mbit/s 8,0 إلى أسفل: Mbit/s 11,2 (في حالة الأسلوب SISO، والأسلوب التناظري)	شفرة تلافيفية شفرة تشابكية	إلى أعلى وإلى أسفل: BPSK 1/2 QPSK 1/2, 3/4 16-QAM 3/4 32-QAM 4/5 64-QAM 5/6 256-QAM 7/8	MHz 1,25 MHz 2,5 MHz 5 MHz 10 MHz 20	الجيل القادم PHS (الملحق 5)
جواله	متغير	CSMA/ ،CA SSMA	TDD	لا	لا	Mbit/s 2,5	غير مشفر/ CC	متناظرة للأعلى وللأسفل: DQPSK CCK BPSK PBCC - 1/2 QPSK PBCC - 1/2	MHz 22	IEEE 802.11-1999 (R2003) (802.11b) (الملحق 1)

## الجدول 6 (تابع)

مقدرات التنقل (جواله/متنقلة)	مدة الرتل	طريقة النفاذ المتعدد	طريقة الإرسال المزدوج	توفير MIMO (نعم/لا)	تشكيل الحزم (نعم/لا)	أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك)	وسيط التشفير	معدل التشكيل/ التشفير <sup>(1)</sup> - تدفق صاعد - تدفق هابط	عرض النطاق الاسمي لل قنوات الراديوية	المعيار
جواله	متغير	CSMA/ CA	TDD	لا	لا	Mbit/s 13,5	CC	متناظرة للأعلى وللأسفل: 64-QAM OFDM 2/3, 3/4 16-QAM OFDM -1/2, 3/4 QPSK OFDM - 1/2, 3/4 BPSK OFDM - 1/2, 3/4	MHz 20	IEEE 802.11-1999 (R2003) (802.11a) (الملحق 1)
جواله	متغير	CSMA/ CA	TDD	لا	لا	Mbit/s 13,5	CC	متناظرة للأعلى وللأسفل: 64-QAM OFDM 2/3, 3/4 16-QAM OFDM - 1/2, 3/4 QPSK OFDM - 1/2, 3/4 BPSK OFDM - 1/2, 3/4 8-PSK PBCC - 2/3 64-QAM DSSS- OFDM - 2/3, 3/4 16-QAM DSSS- OFDM - 1/2, 3/4 QPSK DSSS-OFDM - 1/2, 3/4 BPSK DSSS-OFDM - 1/2, 3/4	MHz 20	IEEE 802.11-1999 (R2003) (802.11g) (الملحق 1)
جواله	ms 2	TDMA	TDD	لا	لا	6 و 9 و 12 و 18 و 27 و 36 و 54 Mbit/s في قناة بعرض 20 MHz (لا تتوفر إلا القنوات بعرض 20 MHz)	CC	64-QAM-OFDM 16-QAM-OFDM QPSK-OFDM BPSK-OFDM التدفقان الصاعد والهابط على حد سواء	MHz 20	ETSI BRAN HiperLAN 2 (الملحق 1)

الجدول 6 (تابع)

مقدرات التنقل (جواله/متنقلة)	مدة الرتل	طريقة النفاذ المتعدد	طريقة الإرسال المزدوج	توفير MIMO (نعم/لا)	تشكيل الخزم (نعم/لا)	أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك)	وسيط التشفير	معدل التشكيل/ التشفير <sup>(1)</sup> - تدفق صاعد - تدفق هابط	عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية	المعيار
جواله	ms 2	TDMA	TDD	لا	لا	54-6 Mbit/s في 20 MHz	تلافيفي	BPSK 1/2 - BPSK 3/4 - QPSK 1/2 - QPSK 3/4 - 16-QAM 9/16 - 16-QAM 3/4 - 64-QAM 3/4 -	4 × 20 MHz (5.15-5.25 GHz) 4 × 20 MHz (4,9-5,0 GHz)	ARIB HiSWANa (الملحق 1)
متنقلة	ms 10 و ms 2	CDMA	FDD	لا (للإدراج في Rel.7)	نعم	إلى الأعلى: Mbit/s 5,7 إلى أسفل: Mbit/s 14	تلافيفي توربو	إلى الأعلى: QPSK Down: 16-QAM, QPSK	5 MHz	IMT-2000 CDMA تمديد مباشر (الملحق 2)
متنقلة	إلى الأسفل: 1,67، 1,25، 2,5، 5، 10، 20، 40، 80 ms إلى الأعلى: 6,66، 10، 20، 26,67، 40، 80 ms	CDMA	FDD	لا	نعم	إلى الأعلى: Mbit/s 1,8 إلى الأسفل: Mbit/s 3,1 لكل قناة 1,25 MHz	تلافيفي توربو	إلى الأعلى: BPSK، QPSK، 8-PSK Down: 16-QAM، 8-PSK، QPSK	1,25 MHz	IMT-2000 CDMA تعدد الموجات الحاملة (الملحق 2)
متنقلة	:HCR ms 10 :LCR ms 5	:HCR TDMA/CD MA :LCR TD- SCDMA	TDD	لا	نعم	HCR إلى الأعلى: 9,2 Mbit/s LCR إلى الأعلى: 2 Mbit/s/1,6 MHz carrier(2) HCR إلى الأسفل: 10,2 Mbit/s LCR إلى الأسفل: 2,8 Mbit/s/ 1,6 MHz carrier(2)	تلافيفي توربو	HCR إلى الأعلى: 16-QAM, QPSK LCR إلى الأعلى: 8-PSK, QPSK HCR إلى الأسفل: 16-QAM, QPSK LCR إلى الأسفل: 16-QAM, 8-PSK, QPSK	HCR: 5 MHz LCR: 1.6 MHz (معدل الرقاقة العالي/معدل الرقاقة المنخفض)	IMT-2000 CDMA TDD (الملحق 2)

الجدول 6 (تتمة)

مقدرات التنقل (جواله/متنقلة)	مدة الرتل	طريقة النفاذ المتعدد	طريقة الإرسال المزدوج	توفير MIMO (نعم/لا)	تشكيل الخزم (نعم/لا)	أقصى معدل إرسال للقناة لكل قناة تردد 5 MHz (إلا إذا ورد خلاف ذلك)	وسيط التشفير	معدل التشكيل/ التشفير <sup>(1)</sup> - تدفق صاعد - تدفق هابط	عرض النطاق الاسمي للقنوات الراديوية	المعيار
متنقلة	ms 4,6 ms 4,615	TDMA	FDD TDD (من أجل 1,6 MHz)	غير صريح لكن غير مستبعد	غير صريح لكن غير مستبعد	إلى الأعلى: Mbit/s 16,25 Mbit/s 20,312 إلى الأسفل: Mbit/s 16,25 Mbit/s 20,312	تلافيفي متقطع	إلى الأعلى: - GMSK - 8-PSK - B-OQAM - Q-OQAM 0,329 – 1/1 إلى الأسفل: - GMSK - 8-PSK - B-OQAM - Q-OQAM 0,329 – 1/1	2 × 200 kHz 2 × 1,6 MHz	IMT-2000 TDMA موجة حاملة واحدة (الملحق 2)
متنقلة	ms 10	TDMA	TDD	جزئي	جزئي	Mbit/s 20	تبعاً للخدمة: ،CRC ،BCH Reed- ،Solomon Turbo	إلى الأعلى وإلى الأسفل: GFSK $\pi/2$ -DBPSK $\pi/4$ -DQPSK $\pi/8$ -D8-PSK 16-QAM, 64-QAM	MHz 1,728	IMT-2000 FDMA/TDMA (الملحق 2)

(1) بما فيها جميع الأساليب المستخدمة أو على الأقل الحد الأقصى والحد الأدنى.

(2) تتوزع الإرسالات في الإرسال المزدوج LCR TDD في قنوات عرض كل منها 1,6 MHz. ويمكن نشر ثلاث قنوات LCR TDD في عرض قدره 5 MHz. وهناك أيضاً خيار الإرسال TDD بمعدل 7,68 Mbit/s. وذلك يتطلب عرض نطاق قدره 10 MHz ويتيح ضعف معدلات الإرسال HCR TDD.