



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۷۵۰

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO

20750

1st.Edition

2016

تکامل بلند مدت (LTE)؛  
دسترسی رادیو زمینی جهانی تکامل یافته  
(E-UTRA)؛  
مجرا های فیزیکی و مدوله سازی

LTE;  
Evolved Universal Terrestrial Radio  
Access (E-UTRA);  
Physical channels and modulation  
(3GPP TS 36.211 version 12.5.0 Release 12)

ICS: 33.070.99

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1 - International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3 - International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیو زمینی جهانی تکامل یافته (E-UTRA)؛ مجرا های فیزیکی و مدوله سازی»

### رئیس:

صادقیان، حسین  
(کارشناسی الکترونیک)

### دبیر:

یغمایی مقدم، محمدحسین  
(دکتری مخابرات)

### سمت و / یا نمایندگی

مدیر کل استاندارد و تأیید نمونه سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی

عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مسعود آقامحمدیان شعراف  
(کارشناسی ارشد برق مخابرات)

پژوهشگر دانشگاه فردوسی مشهد

محمد امیری  
(کارشناسی مخابرات)

مدیر منطقه ای رایتل در خراسان رضوی

سید روح ا.. ثمره هاشمی  
(دکتری برق مخابرات)

پژوهشگر دانشگاه فردوسی مشهد

خسروی رشخواری، حسین  
(کارشناسی ارشد کامپیوتر)

مدیر فنی آزمایشگاه تایید نمونه تجهیزات IP-PBX<sup>1</sup>  
دانشگاه فردوسی مشهد

عروجی، سید مهدی  
(کارشناس ارشد فناوری اطلاعات)

سرپرست اداره تایید نمونه تجهیزات ارتباطی سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی

قرائی شهری، نرگس  
(کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)

کارشناس آزمایشگاه تایید نمونه تجهیزات IP-PBX  
دانشگاه فردوسی مشهد

مجتبی لایقی  
(کارشناسی مخابرات)

مدیر منطقه ای شرکت شاتل در خراسان رضوی

نقیب زاده، محمود  
(دکتری کامپیوتر)

عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان  |
|------|--|
| ب    | آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران                     |
| ج    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد                              |
| ی    | پیش‌گفتار  |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                                     |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی   |
| ۲    | ۳ نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها                                 |
| ۲    | ۱-۳ نمادها   |
| ۵    | ۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها  |
| ۶    | ۴ ساختار قاب   |
| ۶    | ۱-۴ ساختار قاب نوع ۱                                     |
| ۶    | ۲-۴ ساختار قاب نوع ۲                                     |
| ۹    | ۵ پیوند فراسو  |
| ۹    | ۱-۵ مرور کلی   |
| ۹    | ۱-۱-۵ مجراهای فیزیکی                                     |
| ۹    | ۲-۱-۵ سیگنال‌های فیزیکی                                  |
| ۹    | ۲-۵ ساختار شکاف و منابع فیزیکی                           |
| ۹    | ۱-۲-۵ شبکه منبع  |
| ۱۱   | ۲-۲-۵ عنصرهای منبع                                       |
| ۱۱   | ۳-۲-۵ بستک‌های منبع                                      |
| ۱۱   | ۳-۵ مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی                    |
| ۱۲   | ۱-۳-۵ درهم‌سازی  |
| ۱۳   | ۲-۳-۵ مدوله‌سازی   |
| ۱۳   | ۲-۳-۵ الف-نگاشت لایه                                     |
| ۱۳   | ۲-۳-۵ الف-۱ نگاشت لایه برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد  |
| ۱۳   | ۲-۳-۵ الف-۲ نگاشت لایه برای هم‌تافتگری فضایی             |
| ۱۴   | ۳-۳-۵ پیش‌کدگذاری تبدیل                                  |
| ۱۴   | ۳-۳-۵ الف پیش‌کدگذاری                                    |
| ۱۴   | ۳-۳-۵ الف-۱ پیش‌کدگذاری برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد |
| ۱۵   | ۳-۳-۵ الف-۲ پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی            |
| ۱۷   | ۴-۳-۵ نگاشت به منابع فیزیکی                              |
| ۱۹   | ۴-۵ مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی                     |
| ۲۰   | ۱-۴-۵ قالبهای PUCCH 1B,1A,1                              |
| ۲۲   | ۲-۴-۵ PUCCH قالبهای 2, 2A و 2B                           |
| ۲۳   | ۲-۴-۵ الف PUCCH قالب ۳                                   |

## ادامه فهرست مندرجات

|    |   |
|----|---|
| ۲۴ | ۳-۴-۵ نگاشت به منابع فیزیکی                           |
| ۲۵ | ۵-۵ سیگنال های مرجع                                   |
| ۲۵ | ۱-۵-۵ تولید دنباله سیگنال مرجع                        |
| ۲۶ | ۱-۱-۵-۵ دنباله های پایه با طول 3NSCRB یا بیشتر        |
| ۲۶ | ۲-۱-۵-۵ دنباله های پایه با طول کمتر از 3NSCRB         |
| ۲۸ | ۳-۱-۵-۵ پرش گروه                                      |
| ۲۸ | ۴-۱-۵-۵ پرش دنباله                                    |
| ۲۹ | ۵-۱-۵-۵ تعیین شناسه سلول مجازی برای تولید دنباله      |
| ۲۹ | ۲-۵-۵ سیگنال مرجع و امده سازی                         |
| ۲۹ | ۱-۲-۵-۵ سیگنال مرجع و امده سازی برای PUSCH            |
| ۳۲ | ۲-۲-۵-۵ سیگنال مرجع و امده سازی برای PUCCH            |
| ۳۴ | ۳-۵-۵ سیگنال مرجع شناسایی                             |
| ۳۴ | ۱-۳-۵-۵ تولید دنباله                                  |
| ۳۴ | ۲-۳-۵-۵ نگاشت به منابع فیزیکی                         |
| ۳۷ | ۳-۳-۵-۵ پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع شناسایی           |
| ۳۸ | ۶-۵ تولید سیگنال باند پایه SC-FDMA                    |
| ۳۸ | ۷-۵ مجرای دسترسی تصادفی فیزیکی                        |
| ۳۸ | ۱-۷-۵ ساختار زمان و بسامد                             |
| ۵۱ | ۲-۷-۵ تولید دنباله مقدمه                              |
| ۵۵ | ۳-۷-۵ تولید سیگنال باند پایه                          |
| ۵۵ | ۸-۵ مدوله سازی و افزایش بسامد                         |
| ۵۶ | ۶ پیوند فروسو   |
| ۵۶ | ۱-۶ مرور کلی  |
| ۵۶ | ۱-۱-۶ مجراهای فیزیکی                                  |
| ۵۷ | ۲-۱-۶ سیگنال های فیزیکی                               |
| ۵۷ | ۲-۶ ساختار شکاف و عنصرهای منبع فیزیکی                 |
| ۵۷ | ۱-۲-۶ شبکه منبع                                       |
| ۵۹ | ۲-۲-۶ عنصرهای منبع                                    |
| ۵۹ | ۳-۲-۶ بستک های منبع                                   |
| ۶۰ | ۱-۳-۲-۶ بستک های منبع مجازی نوع متمرکز                |
| ۶۰ | ۲-۳-۲-۶ بستک های منبع مجازی نوع توزیع شده             |
| ۶۲ | ۴-۲-۶ گروههای عنصر منبع                               |
| ۶۳ | ۴-۲-۴-الف گروههای عنصر منبع بهبودیافته (EREGها)       |
| ۶۳ | ۵-۲-۶ دوره های محافظ برای عملیات FDD دوطرفه نیمه کامل |
| ۶۴ | ۶-۲-۶ دوره های محافظ برای عملیات TDD                  |
| ۶۴ | ۳-۶ ساختار کلی برای مجراهای فیزیکی پیوند فروسو        |

## ادامه فهرست مندرجات

|    |  |
|----|--|
| ۶۴ | ۱-۳-۶ به هم ریختن  |
| ۶۵ | ۲-۳-۶ مدوله‌سازی   |
| ۶۵ | ۳-۳-۶ نگاشت لایه   |
| ۶۵ | ۱-۳-۳-۶ نگاشت لایه برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد  |
| ۶۵ | ۲-۳-۳-۶ نگاشت لایه برای هم‌تافتگری فضایی   |
| ۶۷ | ۳-۳-۳-۶ نگاشت لایه برای تنوع ارسال   |
| ۶۷ | ۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری  |
| ۶۷ | ۱-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری برای ارسال روی یک درگاه آنتن واحد  |
| ۶۸ | ۲-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی با استفاده از درگاه‌های آنتن با سیگنال‌های مرجع خاص سلول |
| ۷۰ | ۳-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری برای تنوع ارسال  |
| ۷۱ | ۴-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی با استفاده از درگاه‌های آنتن با سیگنال‌های مرجع خاص UE   |
| ۷۲ | ۵-۳-۶ نگاشت به عنصرهای منبع  |
| ۷۲ | ۴-۶ مجرای اشتراکی پیوند فرسوی فیزیکی   |
| ۷۴ | ۵-۶ مجرای چند پخشی فیزیکی  |
| ۷۴ | ۶-۶ مجرای پخش هم‌گانی فیزیکی   |
| ۷۴ | ۱-۶-۶ به هم ریختن  |
| ۷۴ | ۲-۶-۶ مدوله‌سازی   |
| ۷۵ | ۳-۶-۶ نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری   |
| ۷۵ | ۴-۶-۶ نگاشت به عنصرهای منبع  |
| ۷۵ | ۷-۶ مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی  |
| ۷۶ | ۱-۷-۶ به هم ریختن  |
| ۷۶ | ۲-۷-۶ مدوله‌سازی   |
| ۷۷ | ۳-۷-۶ نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری   |
| ۷۷ | ۴-۷-۶ نگاشت به عنصرهای منبع  |
| ۷۷ | ۸-۶ مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی  |
| ۷۷ | ۱-۸-۶ قالب‌های PDCCH   |
| ۷۸ | ۲-۸-۶ هم‌تافتگری و به هم ریختن PDCCH   |
| ۷۸ | ۳-۸-۶ مدوله‌سازی   |
| ۷۸ | ۴-۸-۶ نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری   |
| ۷۹ | ۵-۸-۶ نگاشت به عنصرهای منبع  |
| ۸۰ | ۸-۸-۶ الف مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی بهبود یافته  |
| ۸۰ | ۱-۸-۶ الف قالب‌های EPDCCH  |
| ۸۲ | ۲-۸-۶ الف به هم ریختن  |
| ۸۲ | ۳-۸-۶ الف مدوله‌سازی   |
| ۸۲ | ۴-۸-۶ الف نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری   |
| ۸۲ | ۵-۸-۶ الف نگاشت به عنصرهای منبع  |

## ادامه فهرست مندرجات

|     |   |
|-----|---|
| ۸۳  | ۹-۶ مجرای نشانگر ARQ ترکیبی فیزیکی                  |
| ۸۴  | ۱-۹-۶ مدوله‌سازی                                    |
| ۸۵  | ۲-۹-۶ هم ترازوی گروه منبع، نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری |
| ۸۷  | ۳-۹-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                         |
| ۸۹  | ۱۰-۶ سیگنال های مرجع                                |
| ۸۹  | ۱-۱۰-۶ سیگنال های مرجع خاص سلول (CRS)               |
| ۸۹  | ۱-۱-۱۰-۶ تولید دنباله                               |
| ۹۰  | ۲-۱-۱۰-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                      |
| ۹۲  | ۲-۱۰-۶ سیگنال های مرجع MBSFN                        |
| ۹۲  | ۱-۲-۱۰-۶ تولید دنباله                               |
| ۹۲  | ۲-۲-۱۰-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                      |
| ۹۴  | ۳-۱۰-۶ سیگنال های مرجع خاص UE مربوط به PDSCH        |
| ۹۵  | ۱-۳-۱۰-۶ تولید دنباله                               |
| ۹۶  | ۲-۳-۱۰-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                      |
| ۱۰۲ | ۲-۳-۱۰-۶ الف-۲ نگاشت به عنصرهای منبع                |
| ۱۰۳ | ۴-۱۰-۶ سیگنال های مرجع موقعیت یابی                  |
| ۱۰۴ | ۱-۴-۱۰-۶ تولید دنباله                               |
| ۱۰۴ | ۲-۴-۱۰-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                      |
| ۱۰۶ | ۳-۴-۱۰-۶ پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع موقعیت یابی    |
| ۱۰۶ | ۵-۱۰-۶ سیگنال های مرجع CSI                          |
| ۱۰۷ | ۱-۵-۱۰-۶ تولید دنباله                               |
| ۱۰۷ | ۲-۵-۱۰-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                      |
| ۱۱۱ | ۳-۵-۱۰-۶ پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع CSI            |
| ۱۱۲ | ۱۱-۶ سیگنال های همزمان سازی                         |
| ۱۱۲ | ۱-۱۱-۶ سیگنال همزمان سازی اولیه                     |
| ۱۱۲ | ۱-۱-۱۱-۶ تولید دنباله                               |
| ۱۱۲ | ۲-۱-۱۱-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                      |
| ۱۱۳ | ۲-۱۱-۶ سیگنال همزمان سازی بعدی                      |
| ۱۱۳ | ۱-۲-۱۱-۶ تولید دنباله                               |
| ۱۲۱ | ۲-۲-۱۱-۶ نگاشت به عنصرهای منبع                      |
| ۱۲۲ | ۱۱-۶ الف سیگنال اکتشاف                              |
| ۱۲۲ | ۱۲-۶ تولید سیگنال باند پایه OFDM                    |
| ۱۲۳ | ۱۳-۶ مدوله‌سازی و افزایش بسامد                      |
| ۱۲۳ | ۷ توابع عمومی                                       |
| ۱۲۳ | ۱-۷ نگاشت کننده مدوله‌سازی                          |
| ۱۲۴ | ۱-۱-۷ BPSK  |

## ادامه فهرست مندرجات

|     |   |
|-----|---|
| ۱۲۴ | QPSK ۲-۱-۷  |
| ۱۲۴ | 16QAM ۳-۱-۷   |
| ۱۲۵ | 64QAM ۴-۱-۷   |
| ۱۲۶ | 256QAM ۵-۱-۷  |
| ۱۲۷ | ۲-۷ تولید دنباله شبه تصادفی                                       |
| ۱۲۷ | ۸ زمان بندی   |
| ۱۲۷ | ۱-۸ زمان بندی پیوند فراسو-پیوند فرسو                              |
| ۱۲۸ | ۹ پیوند کناری   |
| ۱۲۸ | ۱-۹ مرور کلی  |
| ۱۲۸ | ۱-۱-۹ مجراهای فیزیکی  |
| ۱۲۸ | ۲-۱-۹ سیگنال های فیزیکی   |
| ۱۲۸ | ۳-۱-۹ اداره ارسال های همزمان پیوند کناری و پیوند فراسو/پیوند فرسو |
| ۱۲۹ | ۲-۹ ساختار شکاف و منابع فیزیکی                                    |
| ۱۲۹ | ۱-۲-۹ شبکه منبع   |
| ۱۳۰ | ۲-۲-۹ عنصرهای منبع  |
| ۱۳۰ | ۳-۲-۹ بستک های منبع   |
| ۱۳۱ | ۴-۲-۹ مخزن منبع   |
| ۱۳۱ | ۵-۲-۹ دوره محافظ  |
| ۱۳۱ | ۳-۹ مجرای اشتراکی پیوند کناری فیزیکی                              |
| ۱۳۱ | ۱-۳-۹ به هم ریختن   |
| ۱۳۱ | ۲-۳-۹ مدوله سازی  |
| ۱۳۱ | ۳-۳-۹ نگاشت لایه  |
| ۱۳۲ | ۴-۳-۹ پیش کدگذاری تبدیل   |
| ۱۳۲ | ۵-۳-۹ پیش کدگذاری   |
| ۱۳۲ | ۶-۳-۹ نگاشت به منابع فیزیکی                                       |
| ۱۳۳ | ۴-۹ مجرای واپایش پیوند کناری فیزیکی                               |
| ۱۳۳ | ۱-۴-۹ به هم ریختن   |
| ۱۳۳ | ۲-۴-۹ مدوله سازی  |
| ۱۳۳ | ۳-۴-۹ نگاشت لایه  |
| ۱۳۳ | ۴-۴-۹ پیش کدگذاری تبدیل   |
| ۱۳۳ | ۵-۴-۹ پیش کدگذاری   |
| ۱۳۳ | ۶-۴-۹ نگاشت به منابع فیزیکی                                       |
| ۱۳۴ | ۵-۹ مجرای اکتشاف پیوند کناری فیزیکی                               |
| ۱۳۴ | ۱-۵-۹ به هم ریختن   |
| ۱۳۴ | ۲-۵-۹ مدوله سازی  |
| ۱۳۴ | ۳-۵-۹ نگاشت لایه  |



## ادامه فهرست مندرجات

|     |  |
|-----|--|
| ۱۳۴ | ۴-۵-۹ پیش‌کدگذاری تبدیل                    |
| ۱۳۴ | ۵-۵-۹ پیش‌کدگذاری                          |
| ۱۳۴ | ۶-۵-۹ نگاشت به منابع فیزیکی                |
| ۱۳۵ | ۶-۹ مجرای پخش همه‌گانی پیوند کناری فیزیکی  |
| ۱۳۵ | ۱-۶-۹ به‌هم‌ریختن                          |
| ۱۳۵ | ۲-۶-۹ مدوله‌سازی                           |
| ۱۳۵ | ۳-۶-۹ نگاشت لایه                           |
| ۱۳۵ | ۴-۶-۹ پیش‌کدگذاری تبدیل                    |
| ۱۳۵ | ۵-۶-۹ پیش‌کدگذاری                          |
| ۱۳۵ | ۶-۶-۹ نگاشت به منابع فیزیکی                |
| ۱۳۶ | ۷-۹ سیگنال‌های همزمان‌سازی پیوند کناری     |
| ۱۳۶ | ۱-۷-۹ سیگنال اولیه همزمان‌سازی پیوند کناری |
| ۱۳۶ | ۱-۱-۷-۹ تولید دنباله                       |
| ۱۳۶ | ۲-۱-۷-۹ نگاشت به عنصرهای منبع              |
| ۱۳۶ | ۲-۷-۹ سیگنال بعدی همزمان‌سازی پیوند کناری  |
| ۱۳۶ | ۱-۲-۷-۹ تولید دنباله                       |
| ۱۳۶ | ۲-۲-۷-۹ نگاشت به عنصرهای منبع              |
| ۱۳۷ | ۸-۹ سیگنال‌های مرجع و امدوله‌سازی          |
| ۱۳۸ | ۹-۹ تولید سیگنال باند پایه SC-FDMA         |
| ۱۳۸ | ۱۰-۹ زمان‌بندی                             |

## پیش‌گفتار

استاندارد «تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیو زمینی جهانی تکامل یافته (E-UTRA)؛ مجرا های فیزیکی و مدوله‌سازی (3GPP TS 36.211 نسخه ۱۲/۵/۰ نشر ۱۲)» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی ایران و دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و تدوین شده است و در صد و نود و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد مخابرات مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۰۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ETSI TS 136 211 V12.5.0:2015,LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation ;3GPP TS 36.211 version 12.5.0 Release 12: 2015-04.

## مقدمه

با توجه به اینکه مقررات و ضوابط استفاده از باند فرکانسی در هر کشور بر اساس جدول ملی فرکانسی تعیین می‌شود که توسط رگولاتوری همان کشور تهیه شده است در مورد مقررات طیف رادیویی و باندهای فرکانسی این مجموعه استانداردها، نیز باید به مقررات و ضوابط استفاده از طیف رادیویی، مصوب سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی به نشانی اینترنتی [www.cra.ir](http://www.cra.ir) به عنوان مرجع مرتبط مراجعه کرد که بر تمامی مقررات و ضوابط طیف رادیویی اشاره شده در این استاندارد اولویت دارد.

# تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیو زمینی جهانی تکامل یافته (E-UTRA)؛ مجرا های فیزیکی و مدوله سازی

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مشخصات و الزامات مجرا های فیزیکی برای UTRA<sup>1</sup> تکامل یافته است.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

**2-1** GPP TR 21.905: "Vocabulary for 3GPP Specifications ."

**2-2** GPP TS 36.201: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); LTE physical layer ;General description ."

**2-3** GPP TS 36.212: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding ."

**2-4** GPP TS 36.213: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures ."

**2-5** GPP TS 36.214: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer ; Measurements ."

**2-6** GPP TS 36.104: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception ."

**2-7** GPP TS 36.101: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception ."

**2-8** GPP TS 36.321, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Medium Access Control (MAC) protocol specification ."

**2-9** GPP TS 36.331, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC) Protocol specification"

---

1 - Universal Terrestrial Radio

### ۳ نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها

#### ۱-۳ نمادها

در این استاندارد نمادهای زیر به کار برده می‌شود:

|                    |   |
|--------------------|---|
| $(k, l)$           | عنصر منبع با نمایه حوزه بسامد $k$ و نمایه حوزه زمان $l$   |
| $a_{k,l}^{(p)}$    | مقدار عنصر منبع $(k, l)$ [برای درگاه $p$ آنتن]  |
| $D$                | ماتریسی برای پشتیبانی تنوع تاخیر چرخشی  |
| $D_{RA}$           | چگالی فرصتهای دسترسی تصادفی به ازای هر قاب رادیویی  |
| $f_0$              | بسامد حامل  |
| $f_{RA}$           | نمایه بسامد منبع PRACH در موقعیت حوزه زمان در نظر گرفته شده   |
| $M_{SC}^{PSBCH}$   | پهنای باند برای ارسال PSBCH، بیان شده به عنوان تعدادی زیرحامل‌ها                                    |
| $M_{RB}^{PSBCH}$   | پهنای باند برای ارسال PSBCH، بیان شده به عنوان تعدادی بستک <sup>۱</sup> های منبع                    |
| $M_{SC}^{PSCCH}$   | پهنای باند برای ارسال PSCCH، بیان شده به عنوان تعدادی زیرحامل‌ها                                    |
| $M_{RB}^{PSCCH}$   | پهنای باند برای ارسال PSCCH، بیان شده به عنوان تعدادی بستک های منبع                                 |
| $M_{SC}^{PSDCH}$   | پهنای باند برای ارسال PSDCH، بیان شده به عنوان تعدادی زیرحامل                                       |
| $M_{RB}^{PSDCH}$   | پهنای باند برای ارسال PSDCH، بیان شده به عنوان تعدادی بستک منبع                                     |
| $M_{SC}^{PSSCH}$   | پهنای باند زمان بندی شده برای ارسال PSSCH، بیان شده به عنوان تعدادی زیرحامل                         |
| $M_{RB}^{PSSCH}$   | پهنای باند زمان بندی شده برای ارسال PSSCH، بیان شده به عنوان تعدادی بستک منبع                       |
| $M_{SC}^{PUSCH}$   | پهنای باند زمان بندی شده برای ارسال پیوند فراسو <sup>۲</sup> ، بیان شده به عنوان تعدادی زیرحامل     |
| $M_{RB}^{PUSCH}$   | پهنای باند زمان بندی شده برای ارسال پیوند فراسو، بیان شده به عنوان تعدادی بستک                      |
| منبع               |   |
| $M_{bit}^{(q)}$    | تعداد بیت های کد شده برای ارسال روی یک مجرای فیزیکی [برای کدواژه $q$ ]                              |
| $M_{symb}^{(q)}$   | تعداد نماد های مدوله‌سازی برای ارسال روی یک مجرای فیزیکی [برای کدواژه $q$ ]                         |
| $M_{symb}^{layer}$ | تعداد نماد های مدوله‌سازی برای ارسال در هر لایه از یک مجرای فیزیکی                                  |
| $M_{symb}^{ap}$    | تعداد نماد های مدوله‌سازی برای ارسال در هر درگاه آنتن از یک مجرای فیزیکی                            |
| $N$                | یک عدد ثابت برابر با ۲۰۴۸ برای $\Delta f = 15 \text{ kHz}$ و ۴۰۹۶ برای $\Delta f = 7.5 \text{ kHz}$ |
| $N_{CP,l}$         | طول پیشوند چرخشی پیوند فراسو <sup>۳</sup> برای نماد $l$ در OFDM در یک شکاف <sup>۴</sup>             |

1 - Block  
2 - Uplink  
3 - Downlink  
4 - Slot

|  |                   |
|--|-------------------|
| مقدار جابجایی چرخشی استفاده شده برای تولید مقدمه دسترسی تصادفی   | $N_{CS}$          |
| تعداد جابجایی های چرخشی استفاده شده برای قالب های 1/1a/1b از PUCCH در یک بستک منبع با ترکیبی از قالب های 1/1a/1b و 2/2a/2b   | $N_{CS}^{(1)}$    |
| پهنای باند در دسترس برای استفاده قالب های 2/2a/2b از PUCCH، بیان شده به صورت مضربی از $N_{CS}^{RB}$                          | $N_{RB}^{(2)}$    |
| ورنهاده <sup>1</sup> استفاده شده برای پرش بسامدی PUSCH، بیان شده بر حسب تعداد بستک های منبع (تنظیم شده توسط لایه های بالاتر) | $N_{RB}^{HO}$     |
| شناسه سلول لایه فیزیکی   | $N_{ID}^{cell}$   |
| شناسه ناحیه MBFSN  | $N_{ID}^{MBSFN}$  |
| شناسه همزمان سازی پیوند کناری لایه فیزیکی  | $N_{ID}^{SL}$     |
| پیکربندی پهنای باند پیوند فرسو، بیان شده به صورت مضربی از $N_{SC}^{RB}$  | $N_{RB}^{DL}$     |
| کوچک ترین پیکربندی پهنای باند پیوند فرسو، بیان شده به صورت مضربی از $N_{SC}^{RB}$  | $N_{RB}^{min,DL}$ |
| بزرگ ترین پیکربندی پهنای باند پیوند فرسو، بیان شده به صورت مضربی از $N_{SC}^{RB}$  | $N_{RB}^{max,DL}$ |
| پیکربندی پهنای باند پیوند فراسو، بیان شده به صورت مضربی از $N_{SC}^{RB}$   | $N_{RB}^{UL}$     |
| کوچک ترین پیکربندی پهنای باند پیوند فراسو، بیان شده به صورت مضربی از $N_{SC}^{RB}$   | $N_{RB}^{min,UL}$ |
| بزرگ ترین پیکربندی پهنای باند پیوند فراسو، بیان شده به صورت مضربی از $N_{SC}^{RB}$   | $N_{RB}^{max,UL}$ |
| پیکربندی پهنای باند پیوند کناری، بیان شده به صورت مضربی از $N_{SC}^{RB}$   | $N_{RB}^{SL}$     |
| تعداد نماد های OFDM در یک شکاف پیوند فرسو  | $N_{symb}^{DL}$   |
| تعداد نماد های SC-FDMA در یک شکاف پیوند فراسو  | $N_{symb}^{UL}$   |
| تعداد نماد های SC-FDMA در یک شکاف پیوند کناری  | $N_{symb}^{SL}$   |
| اندازه بستک منبع در حوزه بسامد، بیان شده به صورت تعدادی زیرحامل  | $N_{SC}^{RB}$     |
| تعداد زیرباندها برای پرش بسامدی PUSCH با الگوی از پیش تعریف شده پرش  | $N_{sb}$          |
| اندازه هر زیرباند برای پرش بسامدی PUSCH با الگوی از پیش تعریف شده پرش، بیان شده به صورت تعدادی بستک منبع                     | $N_{RB}^{sb}$     |
| تعداد نقاط سودهی پیوند فرسو به پیوند فراسو در قاب رادیویی  | $N_{SP}$          |
| تعداد نماد های مرجع در هر شکاف برای PUCCH  | $N_{RS}^{PUCCH}$  |
| ورنهاده زمانی بین قاب های رادیویی پیوند فراسو و پیوند فرسو در UE، بیان شده به صورت واحدهایی از $T_s$                         | $N_{TA}$          |
| ورنهاده ثابت پیشبرد زمان بندی، بیان شده به صورت واحدهایی از $T_s$  | $N_{TA\ offset}$  |

|   |                           |
|---|---------------------------|
| ورنهادهای زمان بندی بین پیوند کناری و قابهای مرجع زمان بندی در UE، بیان شده به صورت                     | $N_{TA,SL}$               |
| واحدهایی از $T_s$   |                           |
| نمایه منبع برای PUCCH قالب های 1/1a/1b  | $n_{PUCCH}^{(1,\bar{p})}$ |
| نمایه منبع برای PUCCH قالب های 2/2a/2b  | $n_{PUCCH}^{(2,\bar{p})}$ |
| نمایه منبع برای PUCCH قالب های ۳  | $n_{PUCCH}^{(3,\bar{p})}$ |
| تعداد PDCCH های موجود در یک زیرقاب <sup>۱</sup>   | $n_{PDCCH}$               |
| تعداد بستک منبع فیزیکی  | $n_{PRB}$                 |
| نخستین بستک منبع فیزیکی اشغال شده توسط منبع PRACH در نظر گرفته شده                                      | $n_{PRB}^{RA}$            |
| نخستین بستک منبع فیزیکی در دسترس برای PRACH   | $n_{PRB}^{RA} offset$     |
| تعداد بستک منبع مجازی   | $n_{VRB}$                 |
| شناسه موقت شبکه رادیویی   | $n_{RNTI}$                |
| شناسه مقصد گروه پیوند کناری   | $n_{ID}^{SA}$             |
| شماره قاب سامانه  | $n_f$                     |
| شماره شکاف در یک قاب رادیویی  | $n_s$                     |
| تعداد درگاه های آنتن استفاده شده برای ارسال یک مجرا   | $P$                       |
| شماره درگاه آنتن  | $p$                       |
| شماره کدواژه <sup>۲</sup>   | $q$                       |
| نمایه برای نسخه های PRACH با قالب مقدمه و چگالی PRACH یکسان   | $r_{RA}$                  |
| درجه مدوله سازی: ۲ برای ارسال QPSK، ۴ برای ارسال 16QAM، ۶ برای ارسال 64QAM                              | $Q_m$                     |
| و ۸ برای ارسال 256QAM   |                           |
| سیگنال (نشانه) <sup>۳</sup> باند پایه پیوسته در زمان برای درگاه آنتن p و نماد OFDM (شماره) l در یک شکاف | $S_l^{(p)}(t)$            |
| نمایه نشانگر قاب رادیویی برای فرصت PRACH  | $t_{RA}^{(0)}$            |
| نمایه نیم قاب فرصت PRACH در قاب رادیویی   | $t_{RA}^{(1)}$            |
| شماره زیرقاب پیوند فراسو برای شروع فرصت PRACH در نیم قاب  | $t_{RA}^{(2)}$            |
| مدت زمان قاب رادیویی  | $T_f$                     |
| واحد زمان مبنا  | $T_s$                     |
| مدت زمان شکاف   | $T_{slot}$                |
| ماتریس پیش کدگذاری برای هماتفتگری فضایی پیوند فرسو  | $W$                       |

- 1 - Subframe  
2 - Codeword  
3 - Signal

|                 |   |
|-----------------|---|
| $\beta_{PRACH}$ | مقیاس بندی دامنه برای PRACH                               |
| $\beta_{PUCCH}$ | مقیاس بندی دامنه برای PUCCH                               |
| $\beta_{PUSCH}$ | مقیاس بندی دامنه برای PUSCH                               |
| $\beta_{SRS}$   | مقیاس بندی دامنه برای نماد های مرجع شناسایی (اندازه گیری) |
| $\Delta f$      | فاصله بندی زیر حامل                                       |
| $\Delta f_{RA}$ | فاصله بندی زیر حامل برای مقدمه دسترسی تصادفی              |
| $\nu$           | تعداد لایه های ارسال                                      |

### ۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها

برای این استاندارد، کوتاه‌نوشت‌های ارائه شده در [1] TR 21.905 و نیز کوتاه‌نوشت‌های ذیل به کار می رود. کوتاه‌نوشت‌های تعریف شده در این استاندارد، نسبت به تعریف همان کوتاه‌نوشت‌ها در [1] TR 21.905-در صورت وجود- اولویت دارند.

|        |  |   |
|--------|--|---|
| CCE    | Control Channel Element                    | عنصر واپایش مجرا                            |
| CDD    | Cyclic Delay Diversity                     | تنوع تأخیر چرخشی                            |
| CDD    | Cell-specific Reference Signal             | سیگنال مرجع خاص سلول                        |
| CSI    | Channel-State Information                  | اطلاعات حالت مجرا                           |
| DCI    | Downlink Control Information               | اطلاعات واپایش پیوند فرسو                   |
| DM-RS  | Demodulation Reference Signal              | سیگنال مرجع وامدوله‌سازی                    |
| ECCE   | Enhanced Control Channel Element           | عنصر مجرای واپایش بهبودیافته                |
| EPDCCH | Enhanced Physical Downlink Control CHannel | مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی بهبود یافته |
| EREG   | Enhanced Resource-Element Group            | گروه عنصر منبع بهبود یافته                  |
| PBCH   | Physical Broadcast CHannel                 | مجرای پخش همگانی فیزیکی                     |
| PCFICH | Physical Control Format Indicator CHannel  | مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی             |
| PDCCH  | Physical Downlink Control CHannel          | مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی             |
| PDSCH  | Physical Downlink Shared CHannel           | مجرای اشتراکی پیوند فرسوی فیزیکی            |
| PHICH  | Physical Hybrid-ARQ Indicator CHannel      | مجرای نشانگر ARQ ترکیبی فیزیکی              |
| PMCH   | Physical Multicast CHannel                 | مجرای چند پخشی فیزیکی                       |
| PRACH  | Physical Random Access CHannel             | مجرای دسترسی تصادفی فیزیکی                  |
| PRB    | Physical Resource Block                    | بستک منبع فیزیکی                            |
| PRS    | Positioning Reference Signal               | سیگنال مرجع موقعیت یابی                     |
| PSBCH  | Physical Sidelink Broadcast CHannel        | مجرای پخش همگانی پیوند کناری فیزیکی         |
| PSCCH  | Physical Sidelink Control CHannel          | مجرای واپایش پیوند کناری فیزیکی             |
| PSDCH  | Physical Sidelink Discovery CHannel        | مجرای اکتشاف پیوند کناری فیزیکی             |
| PSSCH  | Physical Sidelink Shared CHannel           | مجرای اشتراکی پیوند کناری فیزیکی            |
| PUCCH  | Physical Uplink Control CHannel            | مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی            |
| PUSCH  | Physical Uplink Shared CHannel             | مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی           |
| REG    | Resource-Element Group                     | گروه عنصر منبع                              |



SRS Sounding Reference Signal  
 VRB Virtual Resource Block

سیگنال مرجع شناسایی  
 بستک منبع مجازی

#### ۴ ساختار قاب

در تمام بخش های این استاندارد، اندازه فیلدهای مختلف در حوزه زمان بر حسب تعدادی از واحدهای زمانی  $T_s = 1/(15000 \times 2048)$  ثانیه بیان می شود، مگر آنکه خلاف آن گفته شود. ارسالهای پیوند فرسو، پیوند فراسو و پیوند کناری درون قاب های رادیویی با طول زمانی  $T_f = 307200 \times T_s = 10ms$  سازماندهی می شوند. دو نوع ساختار قاب رادیویی پشتیبانی می شوند:

- نوع ۱، قابل کاربرد در FDD

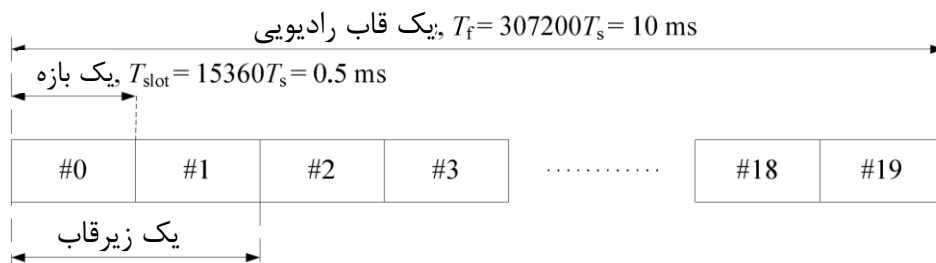
- نوع ۲، قابل کاربرد در TDD

ارسال ها در سلول های متعدد قابل تجمیع هستند، تا جایی که تا چهار سلول بعدی علاوه بر سلول اولیه قابل استفاده باشد. توصیف این مشخصات به هر کدام از بیشینه پنج سلول خدمات دهنده اعمال می شود، مگر آنکه خلاف آن گفته شود. در حالت تجمیع چند سلولی، ساختارهای قاب متفاوت در سلول های خدمات دهنده متفاوت قابل استفاده است.

#### ۴-۱ ساختار قاب نوع ۱

ساختار قاب نوع ۱ به هر دو FDD دو طرفه کامل و دو طرفه نیمه کامل قابل اعمال است. طول زمانی هر قاب رادیویی  $T_f = 307200.T_s = 10ms$  است و از ۲۰ شکاف به طول  $T_{slot} = 15360.T_s = 0.5ms$ ، شماره گذاری شده از ۰ (صفر) تا ۱۹ تشکیل شده است. یک زیرقاب به صورت دو شکاف متوالی تعریف می شود به طوری که زیرقاب  $i$  از شکاف های  $2i$  و  $2i+1$  تشکیل شده است.

برای FDD، در هر فاصله  $10, 10ms$ ، یک زیرقاب برای ارسال پیوند فرسو و ۱۰ زیرقاب برای ارسال های پیوند فراسو موجود است. ارسال های پیوند فراسو و پیوند فرسو در حوزه بسامد از هم جدا شده اند. در عملیات FDD دو طرفه نیمه کامل، UE به طور همزمان قادر به ارسال و دریافت نیست در حالی که در FDD دو طرفه کامل چنین محدودیت هایی وجود ندارد.



شکل ۱ - ساختار قاب نوع ۱

#### ۴-۲ ساختار قاب نوع ۲

ساختار قاب نوع ۲ به TDD قابل اعمال است. هر قاب رادیویی به طول  $T_f = 307200.T_s = 10ms$  از دو نیم قاب به طول هر کدام  $153600 \times T_s = 5ms$  تشکیل شده است. هر نیم قاب از پنج زیرقاب به طول

$30720 \times T_s = 1ms$  تشکیل شده است. هر زیرقاب  $i$  به صورت دو شکاف  $2i$  و  $2i+1$  به طول هر کدام  $T_{slot} = 15360 \times T_s = 0.5ms$  تعریف می شود.

پیکربندی پیوند فراسو-پیوند فروسو در یک سلول ممکن است بین قابها تغییر کند و واپایش می کند که در قاب جاری در کدام زیرقاب ها ارسال های پیوند فراسو یا پیوند فروسو ممکن است رخ دهد. پیکربندی پیوند فراسو-پیوند فروسو در قاب جاری بر طبق بخش ۱۳ در [4] به دست می آید.

پیکربندی های پشتیبانی شده پیوند فراسو-پیوند فروسو در جدول ۲ فهرست می شوند، که برای هر زیرقاب در یک قاب رادیویی، "D" به معنی یک زیرقاب پیوند فروسو ذخیره شده برای ارسال های پیوند فروسو، "U" به معنی یک زیرقاب پیوند فراسو ذخیره شده برای ارسال های پیوند فراسو، و "S" به معنی یک زیرقاب ویژه با سه فیلد GP، DwPTS و UpPTS می باشند. طول DwPTS و UpPTS توسط جدول ۱، با توجه به اینکه طول کل GP، DwPTS و UpPTS برابر با  $30720 \times T_s = 1ms$  است، ارائه شده است.

پیکربندی های پیوند فراسو-پیوند فروسو با هر دو تناوب<sup>۱</sup> نقطه سودهی پیوند فروسو به پیوند فراسو برابر  $5ms$  و  $10ms$  پشتیبانی شده اند.

- در حالت تناوب نقطه سودهی پیوند فروسو به پیوند فراسو  $5ms$ ، زیرقاب ویژه در هر دو نیمقاب موجود است.

- در حالت تناوب نقطه سودهی پیوند فروسو به پیوند فراسو  $10ms$ ، زیرقاب ویژه تنها در نیمقاب اول موجود است.

زیرقابهای  $0$  و  $5$  و DwPTS همیشه برای ارسال پیوند فروسو در نظر گرفته می شوند. UpPTS و زیرقاب بلافاصله پس از زیرقاب ویژه، همیشه برای ارسال پیوند فراسو در نظر گرفته می شوند.

در حالتی که چندین سلول تجمیع می شوند، UE ممکن است فرض کند دوره محافظ زیرقاب ویژه در سلول هایی که ساختار قاب نوع ۲ را به کار می برند، یک همپوشانی به اندازه دست کم  $1456 \times T_s$  دارد.

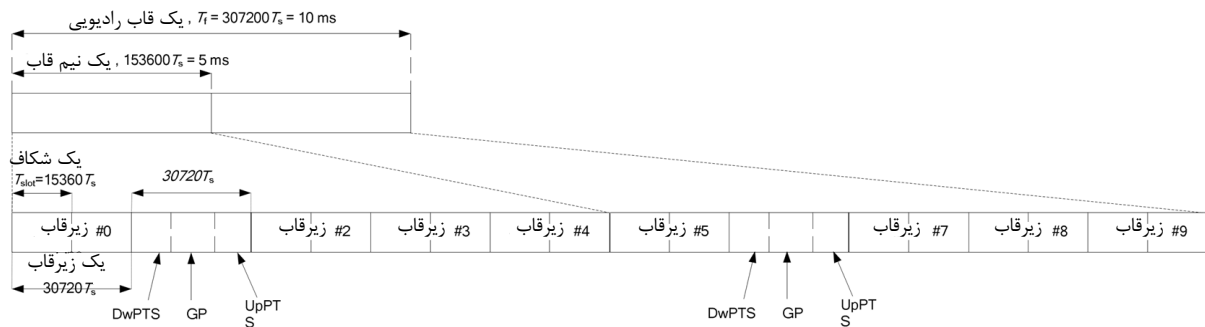
در حالتی که سلول های متعدد با پیکربندی های پیوند فراسو-پیوند فروسوی مختلف در قاب رادیویی جاری تجمیع شده اند و UE قادر به ارسال و دریافت همزمان در سلول های تجمیع شده نیست، محدودیت های زیر اعمال می شود:

- اگر زیرقاب در سلول اولیه یک زیرقاب پیوند فروسو است، UE نباید هیچ سیگنال یا مجرای روی یک سلول بعدی در همان زیرقاب ارسال کند.

- اگر زیرقاب در سلول اولیه یک زیرقاب پیوند فراسو است، انتظار نمی رود UE هیچ ارسال پیوند فروسویی روی یک سلول بعدی در همان زیرقاب دریافت کند.

- اگر زیرقاب در سلول اولیه یک زیرقاب ویژه است و همان زیرقاب در یک سلول بعدی، یک زیرقاب پیوند فروسو است، انتظار نمی رود UE ارسال های PDSCH/EPDCCH/PMCH/PRS در سلول بعدی در همان زیرقاب را دریافت کند و انتظار نمی رود UE هیچ سیگنال دیگری روی سلول بعدی

به صورت نماد های OFDM که با دوره محافظ یا UpPTS در سلول اولیه همپوشانی دارد، را دریافت کند.



شکل ۲ - ساختار قاب نوع ۲ (برای تناوب نقطه سودهی ۵ ms)

جدول ۱ - بیکربندی زیرقاب ویژه (طول DwPTS/GP/UpPTS)

| پیشوند چرخشی عادی در پیوند فراسو |                                   | پیشوند چرخشی یافته در پیوند فراسو |                                   | بیکربندی زیرقاب ویژه |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| UpPTS                            | DwPTS                             | UpPTS                             | DwPTS                             |                      |
| پیشوند چرخشی عادی در پیوند فراسو | پیشوند چرخشی یافته در پیوند فراسو | پیشوند چرخشی عادی در پیوند فراسو  | پیشوند چرخشی یافته در پیوند فراسو |                      |
| $2560.T_s$                       | $2192.T_s$                        | $2560.T_s$                        | $2192.T_s$                        | 0                    |
|                                  |                                   |                                   |                                   | 1                    |
|                                  |                                   |                                   |                                   | 2                    |
|                                  |                                   |                                   |                                   | 3                    |
| $5120.T_s$                       | $4384.T_s$                        | $5120.T_s$                        | $4384.T_s$                        | 4                    |
|                                  |                                   |                                   |                                   | 5                    |
|                                  |                                   |                                   |                                   | 6                    |
|                                  |                                   |                                   |                                   | 7                    |
| -                                | -                                 | -                                 | -                                 | 8                    |
| -                                | -                                 | -                                 | -                                 | 9                    |

جدول ۲ - بیکربندی های پیوند فراسو-پیوند فراسو

| شماره زیرقاب |   |   |   |   |   |   |   |   |   | تناوب نقطه سودهی پیوند فراسو به پیوند فراسو | بیکربندی پیوند فراسو-پیوند فراسو |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------------|
| 9            | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   |                                  |
| U            | U | U | S | D | U | U | U | S | D | 5 ms  | 0                                |
| D            | U | U | S | D | D | U | U | S | D | 5 ms  | 1                                |
| D            | D | U | S | D | D | D | U | S | D | 5 ms  | 2                                |
| D            | D | D | D | D | U | U | U | S | D | 10 ms                                       | 3                                |
| D            | D | D | D | D | D | U | U | S | D | 10 ms                                       | 4                                |
| D            | D | D | D | D | D | D | U | S | D | 10 ms                                       | 5                                |
| D            | U | U | S | D | U | U | U | S | D | 5 ms  | 6                                |

## ۵ پیوند فراسو

### ۱-۵ مرور کلی

کوچک‌ترین واحد منبع برای ارسال‌های پیوند فراسو به عنوان عنصر منبع مشخص می‌شود و در بند ۵-۲-۲ تعریف می‌شود.

### ۱-۱-۵ مجراهای فیزیکی

یک مجرای فیزیکی پیوند فراسو متناظر است با یک مجموعه عنصرهای منبع حامل اطلاعات که از لایه‌های بالاتر نشأت گرفته و واسط تعریف شده بین [3] 3GPP TS 36.212 و این استاندارد 3GPP TS 36.211 می‌باشد.

مجراهای فیزیکی پیوند فراسوی ذیل تعریف می‌شوند:

- مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی، PUSCH
- مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی، PUCCH
- مجرای دسترسی تصادفی فیزیکی، PRACH

### ۲-۱-۵ سیگنال‌های فیزیکی

یک سیگنال فیزیکی پیوند فراسو توسط لایه فیزیکی به کار برده می‌شود اما اطلاعات نشأت گرفته از لایه-های بالاتر را حمل نمی‌کند. سیگنال‌های فیزیکی پیوند فراسوی ذیل تعریف می‌شوند:

- سیگنال مرجع

## ۲-۵ ساختار شکاف و منابع فیزیکی

### ۱-۲-۵ شبکه منبع

سیگنال‌های ارسالی در هر شکاف توسط یک یا چند منبع با  $N_{RB}^{UL} N_{SC}^{RB}$  زیر حامل و  $N_{symb}^{UL}$  نماد-SC FDMA توصیف می‌شود. شبکه منبع در شکل ۳ نشان داده می‌شود. کمیت  $N_{RB}^{UL}$  به پهنای باند ارسال پیوند فراسو پیکربندی شده در سلول بستگی دارد و باید در رابطه زیر صدق کند:

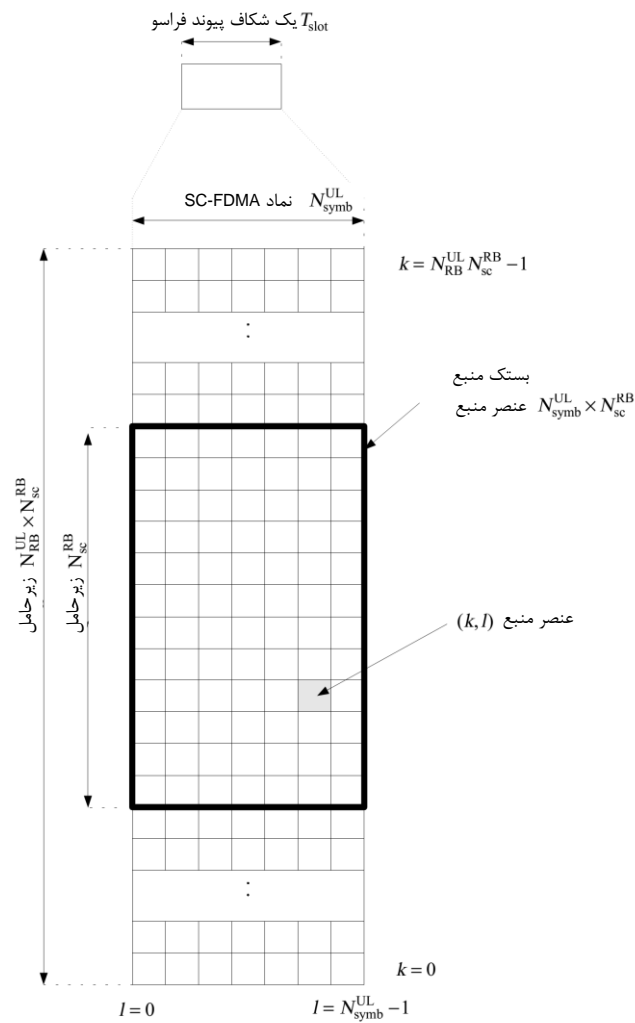
$$N_{RB}^{min,UL} < N_{RB}^{UL} < N_{RB}^{max,UL}$$

که  $N_{RB}^{min,UL} = 6$  و  $N_{RB}^{max,UL} = 110$  به ترتیب کوچکترین و بزرگترین پهنای باندهای پیوند فراسو پشتیبانی شده توسط این نسخه از این مشخصات می‌باشند. مجموعه مقادیر مجاز برای  $N_{RB}^{UL}$  توسط 3GPP TS 36.101[7] ارائه شده است.

تعداد نمادهای SC-FDMA در یک شکاف به طول پیشوند چرخشی پیکربندی شده توسط پارامتر لایه بالاتر  $UL-CyclicPrefixLength$  بستگی دارد و در جدول ۴ ارائه شده است.

یک درگاه آنتن طوری تعریف می‌شود که مجرای که روی آن یک نماد درگاه آنتن منتقل می‌شود، می‌تواند از مجرای استنتاج شود که روی آن نماد دیگری در همان درگاه آنتن منتقل می‌شود. در هر درگاه آنتن یک شبکه منبع وجود دارد. همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است. درگاه‌های آنتنی که برای ارسال یک مجرا یا سیگنال فیزیکی به کار می‌روند به تعداد درگاه‌های آنتن پیکربندی شده برای مجرا یا سیگنال

فیزیکی بستگی دارند. وقتی یک شماره گذاری متوالی از درگاه‌های آنتن لازم است، نمایه  $\tilde{p}$  در تمام بند ۵ به کار برده می‌شود.



شکل ۳- شبکه منبع پیوند فراسو

جدول ۳- درگاه‌های آنتن به کار برده شده برای مجراها و سیگنال‌های فیزیکی مختلف

| شماره درگاه آنتن p به عنوان تابعی از تعداد درگاه‌های آنتن پیکربندی شده برای مجرا/سیگنال فیزیکی مربوط | نمایه       |     | مجرا یا سیگنال فیزیکی |
|--|-------------|-----|-----------------------|
|  | $\tilde{p}$ |     |                       |
| 4  | 2           | 1   | PUSCH                 |
| 40   | 20          | 10  |                       |
| 41   | 21          | -   |                       |
| 42   | -           | -   |                       |
| 43   | -           | -   | SRS                   |
| 40   | 20          | 10  |                       |
| 41   | 21          | -   |                       |
| 42   | -           | -   |                       |
| 43   | -           | -   | PUCCH                 |
| -  | 200         | 100 |                       |
| -  | 201         | -   |                       |

### ۲-۲-۵ عنصرهای منبع

هر عنصر در شبکه منبع یک عنصر منبع نامیده می‌شود و توسط زوج نمایه  $(k,l)$  به طور یکتا تعریف می‌شود که  $k = 0, \dots, N_{RB}^{UL} N_{SC}^{RB} - 1$  و  $l = 0, \dots, N_{symb}^{UL} - 1$  به ترتیب نمایه‌هایی در حوزه‌ی بسامد و زمان می‌باشند.

عنصر منبع  $(k,l)$  روی درگاه آنتن  $p$  به مقدار مختلط  $a_{k,l}^{(p)}$  متناظر می‌شود. وقتی مخاطره از ابهام وجود نداشته باشد یا هیچ درگاه آنتن خاصی مشخص نشده باشد، نمایه  $p$  می‌تواند حذف شود.

کمیت‌های  $a_{k,l}^{(p)}$  متناظر به عنصرهای منبعی که برای ارسال یک مجرای فیزیکی یا یک سیگنال فیزیکی در یک شکاف به کار برده نشده‌اند، باید به صفر مقدار دهی شوند.

### ۳-۲-۵ بستک‌های منبع

یک بستک منبع فیزیکی به صورت  $N_{symb}^{UL}$  نماد متوالی SD-FDMA در حوزه زمان و  $N_{SC}^{RB}$  زیر حامل متوالی در حوزه‌ی بسامد تعریف می‌شود که  $N_{SC}^{RB}$  و  $N_{symb}^{UL}$  در جدول ۴ ارائه شده‌اند. بنابراین یک بستک منبع فیزیکی در پیوند فراسو شامل  $N_{symb}^{UL} \times N_{SC}^{RB}$  عنصر منبع، متناظر با یک شکاف در حوزه‌ی زمان و 180 kHz در حوزه‌ی بسامد، می‌باشد.

جدول ۴- پارامترهای بستک منبع

| $N_{symb}^{UL}$ | $N_{sc}^{RB}$ | پیکربندی                 |
|-----------------|---------------|--------------------------|
| ۷               | ۱۲            | پیشوند چرخشی عادی        |
| ۶               | ۱۲            | پیشوند چرخشی گسترش یافته |

رابطه بین تعداد بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  در حوزه‌ی بسامد و عنصرهای منبع  $(k,l)$  در یک شکاف به صورت زیر بیان می‌شود:

$$n_{PRB} = \left\lfloor \frac{k}{N_{SC}^{RB}} \right\rfloor$$

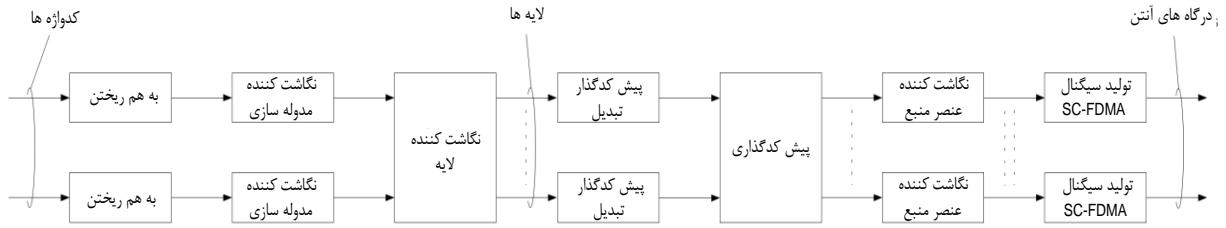
### ۳-۵ مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی

سیگنال باند پایه بیان کننده مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی بر حسب مراحل زیر تعریف می‌شود:

- درهم سازی (برهم ریزی)<sup>۱</sup>
- مدوله‌سازی بیت‌های به هم ریخته برای تولید نمادهای مختلط مقدار
- نگاشت نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار به یک یا چند لایه ارسال
- تبدیل پیش‌کد گذاری برای تولید نمادهای مختلط مقدار
- پیش‌کدگذاری نمادهای مختلط مقدار
- نگاشت نمادهای پیش‌کدگذاری شده مختلط مقدار به عنصرهای منبع

۱ - Scrambling (با هدف ممانعت از تداخل معنی با Hashing در ادامه متن، عنوان برهم ریزی انتخاب می‌شود).

- تولید سیگنال مختلط مقدار حوزه‌ی زمان SC-FDMA برای هر درگاه آنتن



شکل ۴- مرور کلی پردازش مجرای فیزیکی پیوند فراسو

۵-۳-۱ درهم سازی

برای هر کدواژه  $q$ ، بستک بیت‌های  $b^{(q)}(0), \dots, b^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1)$  که  $M_{bit}^{(q)}$  تعداد بیت‌های ارسال شده در کدواژه  $q$  روی مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی در یک زیرقاب می‌باشد، باید قبل از مدوله‌سازی با یک دنباله برهم‌ریز خاص UE، به هم ریخته شود تا بر طبق شبه کد زیر یک بستک از بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}^{(q)}(0), \dots, \tilde{b}^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1)$  حاصل شود:

```

Set i=0
while i < Mbit(q)
if b(q)(i) = x // ACK/NACK یا بیت‌های موقعیت نگه‌دار نشانگر رتبه
     $\tilde{b}^{(q)}(i) = 1$ 
else
    if b(q)(i) = y // ACK/NACK یا بیت‌های موقعیت نگه‌دار تکرار نشانگر رتبه
         $\tilde{b}^{(q)}(i) = \tilde{b}^{(q)}(i - 1)$ 
    else // ACK/NACK بیت‌های کد شده کیفیت مجرا یا داده، بیت‌های کد شده نشانگر رتبه یا بیت‌های
        کد شده
             $\tilde{b}^{(q)}(i) = (b^{(q)}(i) + c^{(q)}(i)) \bmod 2$ 
        end if
    end if
    i=i+1
end while
    
```

که  $x$  و  $y$  بر چسب‌هایی هستند که در [3] 3GPP TS 36.212 بند ۵.۲.۲.۶ و جایی که دنباله برهم‌ریز  $c^{(q)}(i)$  بوسیله بند ۷.۲ ارائه شده، تعریف شده‌اند. مولد دنباله برهم‌ریز باید با  $c_{init} = n_{RNTI} \cdot 2^{14} + q \cdot 2^{13} + [n_s/2] \cdot 2^9 + N_{ID}^{cell}$  در شروع هر زیرقاب مقداردهی اولیه شود که  $n_{RNTI}$  همانطور که در بند ۸ در [4] 3GPP TS 36.213 توصیف شده است با RNTI مرتبط با ارسال PUSCH متناظر است.

بیشینه تا دو کدواژه در یک زیرقاب می‌تواند ارسال شود، یعنی  $q \in \{0,1\}$ . در حالت ارسال تک کدواژه،  $q = 0$  است.

### ۲-۳-۵ مدوله‌سازی

برای هر کدواژه  $q$ ، بستک بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}^{(q)}(0), \dots, \tilde{b}^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1)$  باید همانطور که در بند ۷-۱ شرح داده شد، مدوله شود تا یک بستک نمادهای مختلط مقدار  $d^{(q)}(0), \dots, d^{(q)}(M_{symb}^{(q)} - 1)$  حاصل شود. جدول ۵ نداشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی را مشخص می‌کند.

جدول ۵- نماواره<sup>۱</sup> های مدوله‌سازی پیوند فراسو

| نماواره های مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
|------------------------|--------------|
| QPSK, 16QAM, 64QAM     | PUSCH        |

### ۲-۳-۵ الف نداشت لایه

نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار برای هر کدواژه‌ای که قرار است ارسال شود، به یک یا دو لایه نداشت می‌شوند. نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d^{(q)}(0), \dots, d^{(q)}(M_{symb}^{(q)} - 1)$  برای کدواژه  $q$  باید به لایه-های  $x(i) = [x^{(0)}(i) \dots x^{(v-1)}(i)]^T, i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1$  نداشت شوند که  $v$  تعداد لایه‌هاست و  $M_{symb}^{layer}$  تعداد نمادهای مدوله‌سازی در هر لایه است.

### ۲-۳-۵ الف ۱- نداشت لایه برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد

برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد، یک لایه واحد به کار برده می‌شود،  $v=1$  و نداشت به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$$

$$M_{symb}^{layer} = M_{symb}^{(0)} \text{ که}$$

### ۲-۳-۵ الف ۲- نداشت لایه برای همتافتگری فضایی

برای همتافتگری فضایی، نداشت لایه باید مطابق جدول ۶ انجام شود. تعداد لایه‌های  $v$  کمتر از یا مساوی با تعداد درگاه‌های آنتن  $P$  استفاده شده برای ارسال مجرای اشتراکی پیوند فراسوی فیزیکی است. حالت کدواژه واحد نداشت شده به چند لایه، تنها هنگامی قابل کاربرد است که تعداد درگاه‌های آنتن استفاده شده برای PUSCH، چهار باشد.



جدول ۶- نگاشت کدواژه به لایه برای هم‌تافتگری فضایی

| نگاشت کدواژه به لایه<br>$i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$   | تعداد کدواژه‌ها | تعداد لایه‌ها |
|---|-----------------|---------------|
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i) M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}$  | ۱               | ۱             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/2$   | ۱               | ۲             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(1)}(i)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}^{(1)}$   | ۲               | ۲             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(1)}(2i)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}^{(1)}/2$                                    | ۲               | ۳             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(1)}(2i+1)$ $M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/2 = M_{\text{symb}}^{(1)}/2$ | ۲               | ۴             |

۳-۳-۵ پیش‌کدگذاری تبدیل<sup>۱</sup>

برای هر لایه  $\lambda = 0, 1, \dots, v-1$  بستک نمادهای مختلط مقدار  $x^{(\lambda)}(0), \dots, x^{(\lambda)}(M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1)$  به مجموعه تقسیم می‌شود که هر کدام متناظر با یک نماد SC-FDMA می‌باشد.

پیش‌کدگذاری تبدیل باید مطابق رابطه ذیل اعمال شود:

$$y^{(\lambda)}(l.M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} + k) = \frac{1}{\sqrt{M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}}} \sum_{i=0}^{M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}} x^{(\lambda)}(l.M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} + i) e^{-j \frac{2\pi i k}{M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}}}$$

$$k = 0, \dots, M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - 1$$

$$l = 0, \dots, (M_{\text{symb}}^{\text{layer}} / M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}) - 1$$

تا یک بستک نمادهای مختلط مقدار  $y^{(\lambda)}(0), \dots, y^{(\lambda)}(M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1)$  حاصل شود. متغیر  $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} = M_{\text{RB}}^{\text{PUSCH}} \times N_{\text{RB}}^{\text{RB}}$  است که  $M_{\text{RB}}^{\text{PUSCH}}$  پهنای باند PUSCH را بر حسب بستک‌های منبع بیان می‌کند و باید رابطه زیر را برآورده کند:

$$M_{\text{RB}}^{\text{PUSCH}} = 2^{\alpha_2} \cdot 3^{\alpha_3} \cdot 5^{\alpha_5} \leq N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$$

که  $\alpha_1$ ،  $\alpha_3$  و  $\alpha_5$  یک مجموعه از اعداد صحیح غیر منفی می‌باشند.

۳-۳-۵ الف پیش‌کدگذاری

پیش‌کدگذار به عنوان ورودی یک بستک از بردارهای  $[y^{(0)}(i) \dots y^{(v-1)}(i)]^T$ ،  $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$  را از پیش‌کدگذار تبدیل برداشته و یک بستک از بردارهای  $[z^{(0)}(i) \dots z^{(p-1)}(i)]^T$ ،  $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1$  که قرار است به عنصرهای منبع نگاشت شود، تولید می‌کند.

۳-۳-۵ الف-۱ پیش‌کدگذاری برای ارسال در یک درگاه<sup>۲</sup> آنتن واحد

1 - Transform Precoding

2 - Port

برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد، پیش‌کدگذاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$z^{(0)}(i) = y^{(0)}(i)$$

که  $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} = M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$

### ۵-۳-۳ الف ۲-پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی

پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی همانطور که در بند ۵-۳-۲ الف ۲-توصیف شد، تنها با ترکیب با نگاشت لایه برای هم‌تافتگری فضایی به کار برده می‌شود. هم‌تافتگری فضایی  $P=2$  یا  $P=4$  درگاه آنتن را پشتیبانی می‌کند که مجموعه درگاه‌های آنتن استفاده شده برای هم‌تافتگری فضایی به ترتیب  $p \in \{20, 21\}$  و  $p \in \{40, 41, 42, 43\}$  می‌باشند. پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} z^{(0)}(i) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ z^{(p-1)}(i) \end{bmatrix} = W \begin{bmatrix} y^{(0)}(i) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ y^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

که  $i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} = M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$

ماتریس پیش‌کدگذاری  $W$  با اندازه  $P \times v$  برای  $P=2$  توسط یکی از مدخل‌های جدول ۷ و برای  $P=4$  توسط جدول‌های ۸ تا ۱۱ ارائه می‌شود که مدخل‌های هر سطر از چپ به راست با ترتیب صعودی نمایه‌های کتاب‌کد<sup>۱</sup> مرتب شده‌اند.

جدول ۷- کتاب‌کد برای ارسال روی درگاه‌های آنتن  $\{20, 21\}$

| تعداد لایه‌ها   |  | نمایه کتاب‌کد |
|---|--|---------------|
| $v = 2$   | $v = 1$  |               |
| $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$  | 0             |
| -   | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$ | 1             |
| -   | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$  | 2             |
| -   | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$ | 3             |
| -   | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$  | 4             |
| -   | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$  | 5             |

جدول ۸- کتاب کد برای ارسال روی درگاه‌های آنتن {40,41,42,43} با  $v=1$

| تعداد لایه ها $v=1$  |  |  |  |  |   |  |   | نمایه کتاب کد |
|--|--|--|--|--|---|--|---|---------------|
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ j \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$ | 0-7           |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ | 8-15          |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$    | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$  | 16-23         |

جدول ۹- کتاب کد برای ارسال روی درگاه‌های آنتن {40,41,42,43} با  $v=2$

| تعداد لایه ها $v=2$  |   |   |  | نمایه کتاب کد |
|--|---|---|--|---------------|
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$  | 0-3           |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$ | 4-7           |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$   | 8-11          |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$   | 12-15         |

جدول ۱۰- کتاب کد برای ارسال روی درگاه‌های آنتن {40,41,42,43} با  $v=3$

| تعداد لایه ها $v=3$   |  |   |  | نمایه کتاب کد |
|---|--|---|--|---------------|
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | 0-3           |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | 4-7           |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ | 8-11          |

جدول ۱۱- کتاب کد برای ارسال روی درگاه‌های آنتن {40,41,42,43} با  $v=4$

| تعداد لایه ها $v=4$  | نمایه کتاب کد |
|--|---------------|
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ | 0             |

### ۵-۳-۴ نگاهیست به منابع فیزیکی

برای درگاه آنتن  $p$  استفاده شده برای ارسال PUSCH در یک زیرقاب، بستک نمادهای مختلط مقدار  $z^{(\tilde{p})}(0), \dots, z^{(\tilde{p})}(M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1)$  باید در ضریب مقیاس بندی دامنه  $\beta_{\text{PUSCH}}$  به منظور انطباق با توان ارسال  $P_{\text{PUSCH}}$  مشخص شده در بند ۵-۱-۱-۱ در 3GPP TS 36.213[4] ضرب شود، و در دنباله شروع شونده با  $z^{(\tilde{p})}(0)$  به بستک های منبع فیزیکی روی درگاه آنتن  $p$  نگاشت شود و برای ارسال PUSCH تخصیص یابد. رابطه بین نمایه  $\tilde{p}$  و درگاه آنتن  $p$  بوسیله جدول ۳ ارائه شده است. نگاشت به عناصر منبع  $k \times l$  متناظر با بستک های منبع فیزیکی تخصیص یافته برای ارسال و

- برای ارسال سیگنال مرجع به کار برده نشده، و
  - اگر EU، در همان زیرقاب و در همان سلول خدمت دهنده SRS ارسال می کند یک بخش از آخرین نماد SC-FDMA در یک قاب نیست، و
  - اگر ارسال PUSCH کمی یا کلا با پهنای باند خاص سلول SRS همپوشانی داشته باشد، بخشی از آخرین نماد SC-FDMA در یک زیرقاب پیکربندی شده با SRS خاص سلول نیست و
  - بخشی از نماد SC-FDMA در نظر گرفته شده برای ارسال SRS ممکن در یک زیرقاب SRS در همان سلول خدمت دهنده غیر تناوبی خاص UE نیست، و
  - وقتی UE با TAG های متعدد پیکربندی می شود بخشی از یک نماد SC-FDMA ذخیره شده برای ارسال SRS ممکن در یک زیرقاب SRS تناوبی در همان سلول خدمات دهنده نیست
- باید در ابتدا براساس نمایه  $k$  و سپس نمایه  $l$ ، شروع شونده با شکاف اول در زیرقاب، در یک ترتیب صعودی باشند.

اگر پرش بسامد پیوند فراسو غیر فعال شده است یا بستک های منبع تخصیص یافته برای ارسال PUSCH در بسامد همجوار نیستند، مجموعه بستک های منبع فیزیکی که قرار است برای ارسال بکار رود توسط  $n_{\text{PRB}} = n_{\text{VRB}}$  ارائه می شود، همانطور که در بند 8.1 در 3GPP TS 36.213[4] بیان شده است، که  $n_{\text{VRB}}$  از اعطای زمان بندی پیوند فراسو به دست می آید.

اگر پرش بسامدی پیوند فراسو با پرش PUSCH نوع ۱ فعال شده است، مجموعه بستک های منبع فیزیکی که قرار است برای ارسال به کار رود توسط بند 8.4.1 در 3GPP TS 36.213[4] ارائه شده است.

اگر پرش بسامدی پیوند فراسو با الگوی پرش از پیش تعریف شده فعال شده است، مجموعه بستک های منبع فیزیکی که قرار است برای ارسال در شکاف  $n_s$  به کار رود، توسط اعطای زمان بندی به علاوه الگوی از پیش تعریف شده مطابق رابطه زیر ارائه می شود:

$$\tilde{n}_{PRB}(n_s) = \left( \tilde{n}_{VRB} + f_{hop}(i) \cdot N_{RB}^{sb} + \left( (N_{RB}^{sb} - 1) - 2(\tilde{n}_{VRB} \bmod N_{RB}^{sb}) \right) \cdot f_m(i) \right) \bmod (N_{RB}^{sb} \cdot N_{sb})$$

$$i = \begin{cases} \lfloor n_s/2 \rfloor & \text{پرش درون زیر قاب} \\ n_s & \text{پرش درون و بین زیر قاب} \end{cases}$$

$$\tilde{n}_{PRB}(n_s) = \begin{cases} \tilde{n}_{PRB}(n_s) & N_{sb} = 1 \\ \tilde{n}_{PRB}(n_s) + \lfloor N_{RB}^{HO} / 2 \rfloor & N_{sb} > 1 \end{cases}$$

$$\tilde{n}_{VRB} = \begin{cases} n_{VRB} & N_{sb} = 1 \\ n_{VRB} - \lfloor N_{RB}^{HO} / 2 \rfloor & N_{sb} > 1 \end{cases}$$

که  $n_{VRB}$  همانطور که در بند 8.1 در [4] 3GPP TS 36.213 توصیف شده است، از اعطای زمان بندی حاصل می شود. پارامتر  $N_{RB}^{HO}$  بوسیله لایه های بالاتر فراهم می شود. اندازه  $N_{RB}^{sb}$  برای چنین زیرباندی توسط رابطه زیر ارائه می شود:

$$N_{RB}^{sb} = \begin{cases} N_{RB}^{UL} & N_{sb} = 1 \\ \lfloor (N_{RB}^{UL} - N_{RB}^{HO} - N_{RB}^{HO} \bmod 2) / N_{sb} \rfloor & N_{sb} > 1 \end{cases}$$

که تعداد زیرباندها،  $N_{sb}$ ، توسط لایه های بالاتر داده می شود. تابع  $f_m \in \{0,1\}$  تعیین می کند که آیا همانند سازی<sup>1</sup> به کار برده می شود یا خیر. پارامتر hopping-mode فراهم شده توسط لایه های بالاتر تعیین می کند که آیا پرش «درون زیر باندی» است یا «درون و بین زیر باندی». تابع پرش  $f_{hop}(i)$  و تابع  $f_m(i)$  توسط رابطه زیر ارائه می شود:

$$f_{hob}(i) = \begin{cases} 0 & N_{sb} = 1 \\ (f_{hob}(i-1) + \sum_{k=i.10+1}^{i.10+9} c(k) \times 2^{k-(i.10+1)}) \bmod N_{sb} & N_{sb} = 2 \\ (f_{hob}(i-1) + \left( \sum_{k=i.10+1}^{i.10+9} c(k) \times 2^{k-(i.10+1)} \right) \bmod (N_{sb} - 1) + 1) \bmod N_{sb} & N_{sb} > 2 \end{cases}$$

$$f_m(i) = \begin{cases} i \bmod 2 & N_{sb} = 1 \\ \text{CURRENT\_TX\_NB} \bmod 2 & N_{sb} = 1 \\ c(i.10) & N_{sb} > 1 \end{cases}$$

که  $f_{hob}(-1) = 0$  و دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  بوسیله بند ۷-۲ ارائه می شود و CURRENT-TX-NB همانطور که در [8] تعریف شده است شماره ارسال برای بستک انتقال ارسال شده در شکاف  $n_s$  را نشان می -

1 - mirroring

دهد. مولد دنباله شبه تصادفی باید برای ساختار قاب نوع ۱ با  $N_{ID}^{cell}$  و برای ساختار قاب نوع ۲ با  $c_{init} = 2^9 \cdot (n_f \bmod 4) + N_{ID}^{cell}$  در آغاز هر قاب مقدار دهی اولیه شود.

#### ۴-۵ مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی

مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی، PUCCH، اطلاعات واپایش پیوند فراسو را حمل می‌کند. ارسال همزمان PUCCH و PUSCH از یک UE واحد، اگر بوسیله لایه‌های بالاتر فعال شده باشد، پشتیبانی شده است. برای ساختار قاب نوع ۲، PUCCH در فیلد UpPTS ارسال نمی‌شود.

مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی همانطور که در جدول ۱۲ نشان داده شده است، قالب‌های متعددی را پشتیبانی می‌کند.

قالب‌های 2a و 2b فقط برای پیشوند چرخشی عادی پشتیبانی شده‌اند.

جدول ۱۲- قالب‌های پشتیبانی شده PUCCH

| تعداد بیت به ازای هر زیرقاب، $M_{bit}$ | نمادواره مدوله‌سازی | قالب PUCCH |
|--|---------------------|------------|
| N/A                                    | N/A                 | 1          |
| 1                                      | BPSK                | 1a         |
| 2                                      | QPSK                | 1b         |
| 20                                     | QPSK                | 2          |
| 21                                     | QPSK+BPSK           | 2a         |
| 22                                     | QPSK+QPSK           | 2b         |
| 48                                     | QPSK                | 3          |

همه قالب‌های PUCCH یک جابجایی چرخشی  $n_{CS}^{cell}(n_s, l)$  را به کار می‌برند که بر طبق رابطه زیر با شماره نماد  $l$  و شماره شکاف  $n_s$  تغییر می‌کند:

$$(n_s, l) = \sum_{i=0}^7 c(8N_{Symb}^{UL} \cdot n_s + 8l + i) \cdot 2^i n_{CS}^{cell}$$

که دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ تعریف شده است.

مولد دنباله شبه تصادفی باید با  $c_{init} = n_{ID}^{RS}$  مقدار دهی اولیه شود که  $n_{ID}^{RS}$  توسط بند ۵-۱-۵ با  $N_{ID}^{cell}$  متناظر با سلول اولیه، در آغاز هر قاب رادیویی، داده می‌شود. منابع فیزیکی استفاده شده برای PUCCH به دو پارامتر  $N_{RB}^{(1)}$  و  $N_{RB}^{(2)}$  که توسط لایه‌های بالاتر داده می‌شوند، بستگی دارد. متغیر  $N_{RB}^{(2)} \geq 0$ ، پهناهای باند بر حسب بستک‌های منبعی که برای استفاده توسط ارسال PUCCH قالب‌های 2/2a/2b در هر شکاف موجود است را مشخص می‌کند.

متغیر  $N_{CS}^{(1)}$  تعداد جابجایی چرخشی را مشخص می‌کند که برای PUCCH قالب‌های 1/1a/1b در هر بستک منبع استفاده شده برای یک ترکیب از قالب‌های 1/1a/1b و 2/2a/2b، به کار می‌رود. مقدار  $N_{CS}^{(1)}$  یک مضرب صحیح از  $\Delta_{shift}^{PUCCH}$  در گستره  $\{0, 1, \dots, 7\}$  می‌باشد که  $\Delta_{shift}^{PUCCH}$  توسط لایه‌های بالاتر فراهم می‌شود. اگر  $N_{CS}^{(1)} = 0$  باشد، هیچ بستک منبع ترکیبی وجود ندارد. بیشینه یک بستک منبع در هر شکاف، ترکیبی از قالب‌های 1/1a/1b و 2/2a/2b را پشتیبانی می‌کند.

منابع استفاده شده برای ارسال PUCCH قالب‌های 1/1a/1b، 2/2a/2b و ۳ به ترتیب توسط نمایه‌های غیر

$$\text{منفی } n_{PUCCH}^{(1, \tilde{p})}, n_{PUCCH}^{(2, \tilde{p})} > \left\lfloor \frac{N_{sc}^{(1)}}{8} \right\rfloor \cdot (N_{sc}^{RB} - N_{cs}^{(1)} - 2) \text{ و } N_{RB}^{(2)} N_{sc}^{RB} \text{ و } n_{PUCCH}^{(3, \tilde{p})} \text{ ارائه می‌شوند.}$$

### ۱-۴-۵ قالب‌های 1b,1a,1 PUCCH

برای PUCCH قالب ۱، اطلاعات توسط حضور/عدم حضور ارسال PUCCH از UE، حمل می‌شود. در باقی مانده این بند،  $d(0)=1$  باید برای PUCCH قالب ۱ فرض شود.

برای PUCCH قالب‌های 1b,1a، به ترتیب یک یا دو بیت صریح<sup>۱</sup> ارسال می‌شوند. بستک بیت‌های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  باید همانطور که در جدول ۱۳ بیان شده است، مدوله شوند تا نماد مختلط مقدار  $d(0)$  حاصل شود.

نماواره‌های مدوله‌سازی برای قالب‌های مختلف PUCCH توسط جدول ۱۲ ارائه شده است.

نماد مختلط مقدار  $d(0)$  باید در دنباله  $r_{u,v}^{(\alpha_{\bar{p}})}(n)$  به طول  $N_{seq}^{PUCCH} = 12$  که به صورت چرخشی جابجا شده است، برای هر کدام از P درگاه آنتن استفاده شده برای ارسال PUCCH، مطابق رابطه زیر ضرب شود:

$$y^{(\alpha_{\bar{p}})}(n) = \frac{1}{\sqrt{P}} d(0) \cdot r_{u,v}^{(\alpha_{\bar{p}})}(n), \quad n = 0, 1, \dots, N_{seq}^{PUCCH} - 1$$

که  $r_{u,v}^{(\alpha_{\bar{p}})}(n)$  در بند ۱-۵-۵ با  $M_{sc}^{PS} = N_{seq}^{PUCCH}$  تعریف می‌شود. جابجایی چرخشی خاص درگاه آنتن  $\alpha_{\bar{p}}$ ، بین نمادها و شکاف‌ها، همانطور که در ذیل تعیین شده است، تغییر می‌کند.

بستک نمادهای مختلط مقدار  $y^{(\bar{p})}(0), \dots, y^{(\bar{p})}(N_{seq}^{PUCCH} - 1)$  باید توسط  $S(n_s)$  به هم ریخته شود و به صورت بستکی، با دنباله متعامد خاص درگاه آنتن  $w_{n_{oc}^{(\bar{p})}}(i)$  مطابق رابطه زیر گسترش یابد:

$$z^{(\bar{p})}(m' \cdot N_{SF}^{PUCCH} \cdot N_{seq}^{PUCCH} + m \cdot N_{seq}^{PUCCH} + n) = S(n_s) \cdot w_{n_{oc}^{(\bar{p})}}(m) \cdot y^{(\bar{p})}(n)$$

که

$$\begin{aligned} m &= 0, \dots, N_{SF}^{PUCCH} - 1 \\ n &= 0, \dots, N_{seq}^{PUCCH} - 1 \\ m' &= 0, 1 \end{aligned}$$

و

$$S(n_s) = \begin{cases} 1 & \text{اگر } n'_{\bar{p}}(n_s) \bmod 2 = 0 \\ e^{j\pi/2} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

با  $N_{SF}^{PUCCH} = 4$  برای هر دو شکاف PUCCH عادی قالب‌های 1a/1b، و  $N_{SF}^{PUCCH} = 4$  برای اولین شکاف و  $N_{SF}^{PUCCH} = 3$  برای دومین شکاف از PUCCH کوتاه شده قالب‌های 1a/1b. دنباله  $w_{n_{oc}^{(\bar{p})}}(i)$  توسط جدول ۱۴ و جدول ۱۵ ارائه شده و  $n'_{\bar{p}}(n_s)$  در ذیل تعریف شده است.

منابع استفاده شده برای ارسال PUCCH قالب 1a,1b و 1b توسط یک نمایه منبع  $N_{PUCCH}^{(1,\bar{p})}$  شناسایی می‌شوند که از روی آن نمایه دنباله متعامد  $n_{oc}^{(\bar{p})}(n_s)$  و جابجایی چرخشی  $\alpha_{\bar{p}}(n_s, 1)$  مطابق رابطه زیر تعیین می‌شوند.

$$n_{oc}^{(\bar{p})}(n_s) = \begin{cases} [n'_{\bar{p}}(n_s) \cdot \Delta_{shift}^{PUCCH} / N'] & \text{برای پیشوند چرخشی عادی} \\ 2 \cdot [n'_{\bar{p}}(n_s) \cdot \Delta_{shift}^{PUCCH} / N'] & \text{برای پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

$$\alpha_{\bar{p}}(n_s, l) = 2\pi \cdot n_{cs}^{(\bar{p})}(n_s, l) / N_{sc}^{RB}$$

$$\alpha_{\bar{p}}(n_s, l) = \begin{cases} \left[ n_{cs}^{cell}(n_s, l) + \left( n'_{\bar{p}}(n_s) \cdot \Delta_{shift}^{PUCCH} + \left( n_{oc}^{(\bar{p})}(n_s) \bmod \Delta_{shift}^{PUCCH} \right) \right) \bmod N' \right] \bmod N_{sc}^{RB} & \text{برای پیشوند چرخشی عادی} \\ \left[ n_{cs}^{cell}(n_s, l) + \left( n'_{\bar{p}}(n_s) \cdot \Delta_{shift}^{PUCCH} + n_{oc}^{(\bar{p})}(n_s) / 2 \right) \bmod N' \right] \bmod N_{sc}^{RB} & \text{برای پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

که:

$$N' = \begin{cases} N_{cs}^{(1)} & \text{اگر } n_{PUCCH}^{(1, \bar{p})} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ N_{sc}^{RB} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$c = \begin{cases} 3 & \text{پیشوند چرخشی عادی} \\ 2 & \text{پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

نمایه‌های منبع در دو بستک منبع در دو شکاف یک زیرقاب که PUCCH به آن نگاشت می‌شود توسط رابطه زیر برای  $n_s \bmod 2 = 0$  ارائه می‌شوند:

$$n'_{\bar{p}}(n_s) = \begin{cases} n_{PUCCH}^{(1, \bar{p})} & \text{اگر } n_{PUCCH}^{(1, \bar{p})} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ \left( n_{PUCCH}^{(1, \bar{p})} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \right) \bmod \left( c \cdot N_{sc}^{RB} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \right) & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

و توسط رابطه زیر برای  $n_s \bmod 2 = 1$ :

$$n'_{\bar{p}}(n_s) = \begin{cases} \left[ c(n'_{\bar{p}}(n_s - 1) + 1) \right] \bmod \left( c \cdot N_{sc}^{RB} / \Delta_{shift}^{PUCCH} + 1 \right) - 1 & n_{PUCCH}^{(1, \bar{p})} \geq c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ \left[ h_{\bar{p}} / c \right] + \left( h_{\bar{p}} \bmod c \right) N' / \Delta_{shift}^{PUCCH} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که  $h_{\bar{p}} = (n'_{\bar{p}}(n_s - 1) + d) \bmod (cN' / \Delta_{shift}^{PUCCH})$  برای  $d=2$  CP عادی و  $d=0$  برای CP گسترش یافته.

پارامتر  $\Delta_{shift}^{PUCCH}$ ، delta PUCCH-Shift، توسط لایه‌های بالاتر فراهم می‌شود.

جدول ۱۳- نماد مدوله‌سازی  $d(0)$  برای PUCCH قالب‌های 1a و 1b

| $d(0)$ | $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$ | قالب PUCCH |
|--------|-------------------------------|------------|
| 1      | 0                             | 1a         |
| -1     | 1                             |            |
| 1      | 00                            | 1b         |
| -j     | 01                            |            |
| j      | 10                            |            |
| -1     | 11                            |            |

جدول ۱۴- دنباله‌های متعامد  $[w(0) \dots w(N_{sf}^{PUCCH} - 1)]$  برای  $N_{sf}^{PUCCH} = 4$

| نمایه دنباله $n_{oc}^{(\bar{p})}(n_s)$ | دنباله‌های متعامد $[w(0) \dots w(N_{sf}^{PUCCH} - 1)]$ |
|--|--|
| 0                                      | [+1 +1 +1 +1]  |
| 1                                      | [+1 -1 +1 -1]  |
| 2                                      | [+1 -1 -1 +1]  |

جدول ۱۵- دنباله‌های متعامد  $[w(0) \dots w(N_{sf}^{PUCCH} - 1)]$  برای  $N_{sf}^{PUCCH} = 3$

| نمایه دنباله $n_{oc}^{(\bar{p})}(n_s)$ | دنباله‌های متعامد $[w(0) \dots w(N_{sf}^{PUCCH} - 1)]$ |
|--|--|
| 0                                      | [1 1 1]  |
| 1                                      | [1 $e^{j2\pi/3}$ $e^{j4\pi/3}$ ]                       |
| 2                                      | [1 $e^{j4\pi/3}$ $e^{j2\pi/3}$ ]                       |



## ۲-۴-۵ PUCCH قالب‌های 2a و 2b

بستک بیت‌های  $b(0), \dots, b(19)$  باید توسط یک دنباله برهم‌ریز خاص UE، به هم ریخته شود تا یک بستک از بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(19)$  مطابق رابطه زیر به دست آید:

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

که دنباله برهم‌ریز  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه می‌شود. مولد دنباله برهم‌ریز باید در ابتدای هر زیرقالب با  $c_{init} = ([n_s/2] + 1) \cdot (2N_{ID}^{cell} + 1) \cdot 2^{16} + n_{RNTI}$  مقدار دهی اولیه شود که  $n_{RNTI}$ ، C-RNTI است.

بستک بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(19)$  باید همانطور که در بند ۷-۱ توصیف شده، با مدوله‌سازی QPSK، مدوله شود تا یک بستک نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(9)$  حاصل شود. هر نماد مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(9)$  باید در یک دنباله  $r_{u,v}^{(\alpha_{\tilde{p}})}(n)$  به طول  $N_{seq}^{PUCCH} = 12$  که به صورت چرخشی جابجایی یافته است، برای هر کدام از P درگاه آنتن استفاده شده برای ارسال PUCCH مطابق رابطه زیر، ضرب شود:

$$Z^{(\tilde{p})}(N_{seq}^{PUCCH} \cdot n + i) = \frac{1}{\sqrt{p}} d(n) \cdot r_{u,v}^{(\alpha_{\tilde{p}})}(i)$$

$$n = 0, 1, \dots, 9$$

$$i = 0, 1, \dots, N_{sc}^{RB} - 1$$

که  $r_{u,v}^{(\alpha_{\tilde{p}})}(i)$  توسط بند ۵-۵-۱ با  $M_{sc}^{RS} = N_{seq}^{PUCCH}$  تعریف می‌شود. منابع استفاده شده برای ارسال PUCCH قالب‌های 2a/2b توسط نمایه منبع  $N_{PUCCH}^{(2, \tilde{\alpha})}$  شناسایی می‌شوند که از آن، جابجایی چرخشی  $\alpha_{\tilde{p}}(n_s, l)$  مطابق رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$\alpha_{\tilde{p}}(n_s, l) = 2\pi \cdot n_{cs}^{(\tilde{p})}(n_s, l) / N_{sc}^{RB}$$

که:

$$n_{cs}^{(\tilde{p})}(n_s, l) = (n_{sc}^{cell}(n_{cs}^{(\tilde{p})}(n_s, l) + n'_{\tilde{p}}(n_s)) \bmod N_{sc}^{RB})$$

و برای  $n_s \bmod 2 = 0$ :

$$n'_{\tilde{p}}(n_s) = \begin{cases} N_{PUCCH}^{(2, \tilde{\alpha})} \bmod N_{sc}^{RB} & \text{اگر } N_{PUCCH}^{(2, \tilde{\alpha})} < N_{sc}^{RB} N_{RB}^{(2)} \\ (N_{PUCCH}^{(2, \tilde{\alpha})} + N_{sc}^{(1)}) \bmod N_{sc}^{RB} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

و برای  $n_s \bmod 2 = 1$ :

$$n'_{\tilde{p}}(n_s) = \begin{cases} [N_{sc}^{RB}(n'_{\tilde{p}}(n_s - 1) + 1)] \bmod (N_{sc}^{RB} + 1) - 1 & \text{اگر } N_{PUCCH}^{(2, \tilde{\alpha})} < N_{sc}^{RB} N_{RB}^{(2)} \\ (N_{sc}^{RB} - 2 - N_{PUCCH}^{(2, \tilde{\alpha})}) \bmod N_{sc}^{RB} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

برای PUCCH قالب‌های 2a و 2b که تنها برای پیشوند چرخشی عادی پشتیبانی شده‌اند، بیت (های)  $b(20), \dots, b(M_{bit} - 1)$  باید همانطور که در جدول ۱۶ توصیف شده است، مدوله شوند تا همانطور که در بند ۵-۵-۲-۲-۱ توصیف شده است، تک نماد مدوله‌سازی  $d(0)$  استفاده شده در تولید سیگنال مرجع برای PUCCH قالب‌های 2a و 2b حاصل شود.

جدول ۱۶- نمادمدوله سازی d(10) برای PUCCH قالب های 2a و 2b

| d(10) | b(20),...,b(M <sub>bit</sub> - 1) | قالب PUCCH |
|-------|-----------------------------------|------------|
| 1     | 0                                 | 2a         |
| -1    | 1                                 |            |
| 1     | 00                                | 2b         |
| -j    | 01                                |            |
| j     | 10                                |            |
| -1    | 11                                |            |

### ۵-۴-۲- الف PUCCH قالب ۳

بستک بیت های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  باید با یک دنباله برهم ریز خاص UE، به هم ریخته شود تا یک بستک از بیت های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{bit} - 1)$  مطابق رابطه زیر حاصل شود:

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \text{mod} 2$$

که دنباله برهم ریز  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه شده است.

مولد دنباله برهم ریز باید با  $n_{RNTI} + 2^{16} \cdot (2N_{ID}^{cell} + 1) \cdot (\lfloor n_s/2 \rfloor + 1)$  در آغاز هر زیرقالب مقدار دهی اولیه شود که  $n_{RNTI}$ ، C-RNTI است.

بستک بیت های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{bit} - 1)$  باید، همانطور که در زیر بند ۷-۱ توصیف شده است، QPSK مدوله شود تا یک بستک از نمادهای مدوله سازی مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(M_{symb} - 1)$  حاصل شود

$$M_{symb} = M_{bit}/2 = 2N_{sc}^{RB}$$

نمادهای مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(M_{symb} - 1)$  باید با دنباله های متعامد  $w_{n_{oc,0}}^{(\tilde{p})}(i)$  و  $w_{n_{oc,1}}^{(\tilde{p})}(i)$  به صورت بستکی گسترش یابد تا  $N_{SF,0}^{PUCCH} + N_{SF,1}^{PUCCH}$  مجموعه از  $N_{sc}^{RB}$  مقدار مطابق رابطه زیر حاصل شود:

$$y_n^{(\tilde{p})}(i) = \begin{cases} w_{n_{oc,0}}^{(\tilde{p})}(\bar{n}) \cdot e^{j\pi[n_{cs}^{cell}(n_s,l)/64]/2} \cdot d(i) & n < N_{SF,0}^{PUCCH} \\ w_{n_{oc,1}}^{(\tilde{p})}(\bar{n}) \cdot e^{j\pi[n_{cs}^{cell}(n_s,l)/64]/2} \cdot d(N_{sc}^{RB} + i) & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \bar{n} &= n \text{ mod } N_{sf,0}^{PUCCH} \\ n &= 0, \dots, N_{SF,0}^{PUCCH} + N_{SF,1}^{PUCCH} - 1 \\ i &= 0, 1, \dots, N_{sc}^{RB} - 1 \end{aligned}$$

که برای هر دو شکاف در یک زیرقالب که PUCCH قالب ۳ عادی را به کار می برد  $N_{SF,0}^{PUCCH} = N_{SF,1}^{PUCCH} = 5$  است و در یک زیرقالب که PUCCH کوتاه شده قالب ۳ را به کار می برد،  $N_{SF,0}^{PUCCH} = 5$ ،  $N_{SF,1}^{PUCCH} = 1$  به ترتیب برای اولین و دومین شکاف برقرار است.

دنباله های متعامد  $w_{n_{oc,0}}^{(\tilde{p})}(i)$  و  $w_{n_{oc,1}}^{(\tilde{p})}(i)$  توسط جدول ۱۷ ارائه شده اند. منابع استفاده شده برای ارسال PUCCH قالب ۳ توسط یک نمایه منبع  $n_{PUCCH}^{(3,\tilde{p})}$  شناسایی می شوند که از آن کمیت های  $n_{oc,0}^{(\tilde{p})}$  و  $n_{oc,1}^{(\tilde{p})}$  طبق رابطه زیر استخراج می شوند:

$$n_{oc,0}^{(\tilde{p})} = n_{PUCCH}^{(3,\tilde{p})} \text{ mod } N_{SF,1}^{PUCCH}$$

$$n_{oc,1}^{(\tilde{p})} = \begin{cases} (3n_{oc,0}^{(\tilde{p})}) \text{ mod } N_{SF,1}^{PUCCH} & \text{اگر } N_{SF,1}^{PUCCH} = 5 \\ n_{oc,0}^{(\tilde{p})} \text{ mod } N_{SF,1}^{PUCCH} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

هر مجموعه از نمادهای مختلط مقدار باید طبق رابطه زیر به صورت چرخشی جابجا شود:

$$y_n^{(\tilde{p})}(i) = y_n^{(\tilde{p})}\left(\left(i + n_{CS}^{cell}(n_s, l)\right) \bmod N_{SC}^{RB}\right)$$

که  $n_{CS}^{cell}(n_s, l)$  توسط زیر بند ۵-۴ ارائه شده است،  $n_s$  شماره شکاف در یک قاب رادیویی است و 1 شماره نماد SC-FDMA در یک شکاف است.

مجموعه‌های جابجا شده نماد های مختلط مقدار باید طبق رابطه زیر پیش‌کدگذاری تبدیل، شوند:

$$Z^{(\tilde{p})}(n \cdot N_{SC}^{RB} + K) = \frac{1}{\sqrt{p}} \frac{1}{\sqrt{N_{SC}^{RB}}} \sum_{i=0}^{N_{SC}^{RB}-1} \tilde{y}_n^{(\tilde{p})}(i) e^{-j \frac{2\pi i k}{N_{SC}^{RB}}}$$

$$k = 0, \dots, N_{SC}^{RB} - 1$$

$$n = 0, \dots, N_{SF,0}^{PUCCH} + N_{SF,1}^{PUCCH} - 1$$

که P تعداد درگاه های آنتن استفاده شده برای ارسال PUCCH است، تا یک بستک از نمادهای مختلط مقدار  $Z^{(\tilde{p})}(0), \dots, Z^{(\tilde{p})}\left((N_{SF,0}^{PUCCH} + N_{SF,1}^{PUCCH})N_{SC}^{RB} - 1\right)$  حاصل شود.

جدول ۱۷- دنباله متعامد  $w_{n_{oc}}(i)$

| دنباله متعامد $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$ |   | نمایه دنباله $n_{oc}$ |
|--|---|-----------------------|
| $N_{SF}^{PUCCH} = 4$                               | $N_{SF}^{PUCCH} = 5$                                  |                       |
| [+1 +1 +1 +1]                                      | [1 1 1 1 1]   | ۰                     |
| [+1 -1 +1 -1]                                      | $[1 e^{j2\pi/5} e^{j4\pi/5} e^{j6\pi/5} e^{j8\pi/5}]$ | ۱                     |
| [+1 +1 -1 -1]                                      | $[1 e^{j4\pi/5} e^{j8\pi/5} e^{j2\pi/5} e^{j6\pi/5}]$ | ۲                     |
| [+1 -1 -1 +1]                                      | $[1 e^{j6\pi/5} e^{j2\pi/5} e^{j8\pi/5} e^{j4\pi/5}]$ | ۳                     |
| -  | $[1 e^{j8\pi/5} e^{j6\pi/5} e^{j4\pi/5} e^{j2\pi/5}]$ | ۴                     |

### ۵-۴-۳ نگاشت به منابع فیزیکی

بستک نمادهای مختلط مقدار  $Z^{(\tilde{p})}(i)$  باید به منظور مطابقت با توان ارسالی  $\beta_{PUCCH}$  بیان شده در زیر بند ۵-۱-۲-۱ از 3GPP TS 36.213[4]، در یک ضریب مقیاس‌بندی دامنه  $\beta_{PUCCH}$  ضرب شود و در دنباله شروع شونده با  $Z^{(\tilde{p})}(0)$  به عنصرهای منبع نگاشت شود. PUCCH یک بستک منبع را در هر کدام از دو شکاف در یک زیرقاب به کار می‌برد.

در بستک منبع فیزیکی استفاده شده برای ارسال، نگاشت  $Z^{(\tilde{p})}(i)$  به عنصرهای منبع  $(k, l)$  در درگاه آنتن p و استفاده نشده برای ارسال سیگنال های مرجع، باید ابتدا بر حسب k، سپس l و در نهایت شماره شکاف، ترتیب صعودی داشته باشد و با اولین شکاف در زیرقاب آغاز شود. رابطه بین نمایه  $\tilde{p}$  و شماره درگاه آنتن p توسط جدول ۳ ارائه شده است.

بستک های منبع فیزیکی که قرار است برای ارسال PUCCH در شکاف  $n_s$  استفاده شوند توسط رابطه زیر ارائه می‌شوند:

$$n_{RB} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{اگر } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 0 \\ N_{RB}^{UL} - 1 - \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor & \text{اگر } (m + n_s \bmod 2) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

که متغیر  $m$  به قالب PUCCH بستگی دارد. برای قالب‌های 1a و 1b:

$$m = \begin{cases} n_{RB}^{(2)} & \text{اگر } n_{PUCCH}^{(1,\tilde{p})} < c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH} \\ \left\lfloor \frac{n_{PUCCH}^{(1,\tilde{p})} - c \cdot N_{cs}^{(1)} / \Delta_{shift}^{PUCCH}}{c \cdot N_{sc}^{RB} / \Delta_{shift}^{PUCCH}} \right\rfloor + N_{RB}^{(2)} + \left\lfloor \frac{N_{cs}^{(1)}}{8} \right\rfloor & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$$c = \begin{cases} 3 & \text{پیشوند چرخشی نرمال} \\ 2 & \text{پیشوند چرخشی توسعه یافته} \end{cases}$$

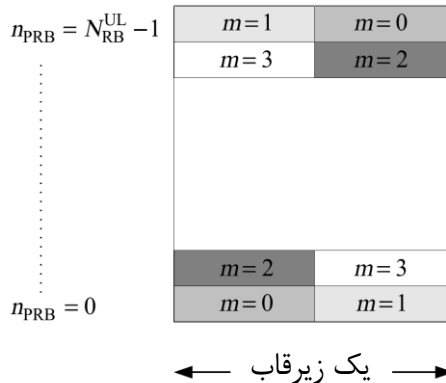
و برای قالب‌های 2، 2a و 2b:

$$m = \left\lfloor n_{PUCCH}^{(2,\tilde{p})} / N_{cs}^{RB} \right\rfloor$$

و برای قالب 3:

$$m = \left\lfloor n_{PUCCH}^{(3,\tilde{p})} / N_{SF,0}^{PUCCH} \right\rfloor$$

نگاشت نمادهای مدوله‌سازی برای مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی در شکل ۵ نشان داده شده است. در حالت ارسال همزمان سیگنال مرجع شناسایی و PUCCH قالب‌های 1، 1b یا 3، وقتی یک سلول خدمات‌دهنده پیکربندی شده است، یک قالب PUCCH کوتاه شده باید به کار برده شود در حالی که آخرین نماد SC-FDMA در شکاف دوم یک زیرقالب خالی گذاشته شود.



شکل ۵- نگاشت بستک های منبع فیزیکی برای PUCCH

## ۵-۵ سیگنال های مرجع

دو نوع سیگنال مرجع پیوند فراسو پشتیبانی می‌شوند:

- سیگنال مرجع وامدوله‌سازی، مرتبط با ارسال PUSCH و PUCCH

- سیگنال مرجع شناسایی، غیر مرتبط با ارسال PUSCH و PUCCH

برای سیگنال های مرجع وامدوله‌سازی و شناسایی، مجموعه دنباله پایه یکسان به کار می‌رود.

### ۵-۵-۱ تولید دنباله سیگنال مرجع

دنباله سیگنال مرجع  $r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$  توسط یک جابجایی چرخشی  $\alpha$  در یک دنباله پایه  $\bar{r}_{u,v}(n)$  تعریف می‌شود:

$$r_{u,v}^{(\alpha)}(n) = e^{j\alpha n} \bar{r}_{u,v}(n), \quad 0 \leq n < M_{cs}^{RS}$$

که  $M_{cs}^{RS} = mN_{sc}^{RB}$  طول دنباله سیگنال مرجع و  $1 \leq m \leq N_{RB}^{max,UL}$  است. دنباله‌های سیگنال مرجع متعددی از یک دنباله پایه واحد با مقادیر مختلف  $\alpha$  تعریف می‌شود. دنباله‌های پایه  $\bar{r}_{u,v}(n)$  به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند که  $u \in \{0,1,\dots,29\}$  شماره گروه و  $v$  شماره دنباله پایه در گروه است به طوری که هر گروه حاوی یک دنباله پایه ( $v=0$ ) از هر طول  $M_{sc}^{RS} = mN_{sc}^{RB}$ ،  $1 \leq m \leq 5$  و دو دنباله پایه ( $v=0,1$ ) از هر طول  $M_{sc}^{RS} = mN_{sc}^{RB}$ ،  $16 \leq m \leq N_{RB}^{max,UL}$  می‌باشد. شماره گروه دنباله  $u$  و شماره  $v$  در گروه، همانطور که به ترتیب در بندهای ۵-۵-۱-۳ و ۵-۵-۱-۴ بیان شده است ممکن است در زمان تغییر کند.

تعریف دنباله پایه  $(1, \dots, \bar{r}_{u,v}(M_{sc}^{RS} - 1), \bar{r}_{u,v}(0))$  به طول دنباله  $M_{sc}^{RS}$  بستگی دارد.

### ۵-۵-۱-۱ دنباله‌های پایه با طول $3N_{sc}^{RB}$ یا بیشتر

برای  $M_{sc}^{RS} \geq 3N_{sc}^{RB}$ ، دنباله پایه  $(1, \dots, \bar{r}_{u,v}(M_{sc}^{RS} - 1), \bar{r}_{u,v}(0))$  توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$\bar{r}_{u,v}(n) = x_q(n \bmod N_{zc}^{RS}), \quad 0 \leq n < M_{sc}^{RS}$$

که دنباله z adoff-chu ریشه  $q$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$x_q(m) = e^{-j \frac{\pi q m(m+1)}{N_{zc}^{RS}}}, \quad 0 \leq m \leq N_{zc}^{RS} - 1$$

و  $q$  توسط رابطه زیر داده می‌شود:

$$q = [\bar{q} + 1/2] + v \cdot (-1)^{\lfloor 2\bar{q} \rfloor}$$

$$\bar{q} = N_{zc}^{RS} \cdot (u + 1) / 31$$

طول  $N_{zc}^{RS}$  در دنباله z adoff-chu توسط بزرگترین عدد اولی داده می‌شود که  $N_{zc}^{RS} < M_{sc}^{RS}$ .

### ۵-۵-۱-۲ دنباله‌های پایه با طول کمتر از $3N_{sc}^{RB}$

برای  $N_{sc}^{RB} = M_{sc}^{RS}$  و  $2N_{sc}^{RB} = M_{sc}^{RS}$ ، دنباله پایه توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$\bar{r}_{u,v}(n) = e^{j\varphi(n)\pi/4}, \quad 0 \leq n \leq M_{sc}^{RS} - 1$$

که مقدار  $\varphi(n)$  توسط جدول ۱۸ و جدول ۱۹ به ترتیب برای  $N_{sc}^{RB} = M_{sc}^{RS}$  و  $2N_{sc}^{RB} = M_{sc}^{RS}$  داده شده است.

جدول ۱۸- تعریف  $\varphi(n)$  برای  $N_{sc}^{RB} = M_{sc}^{RS}$

| $\varphi(11), \dots, \varphi(0)$ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | u  |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 3                                | -3 | 1  | 3  | 1  | 1  | 3  | 3  | -3 | 3  | 1  | -1 | 0  |
| 3                                | -3 | 1  | -3 | -3 | 1  | -1 | 3  | 3  | 3  | 1  | 1  | 1  |
| -1                               | 1  | -3 | 1  | -3 | -3 | -1 | -3 | -3 | -3 | 1  | 1  | 2  |
| -1                               | 3  | -3 | 1  | -3 | -3 | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | -1 | 3  |
| 3                                | 1  | -1 | 1  | -1 | -3 | -1 | 1  | -1 | 1  | 3  | -1 | 4  |
| 1                                | -3 | 3  | -1 | -1 | 1  | 1  | -1 | -1 | 3  | -3 | 1  | 5  |
| 1                                | -3 | 3  | 3  | -1 | 1  | 3  | -3 | -3 | -3 | 3  | -1 | 6  |
| 1                                | 3  | -3 | 1  | -1 | 3  | -3 | 1  | -1 | -1 | -1 | -3 | 7  |
| 1                                | -1 | 3  | 1  | 1  | -1 | -1 | -1 | 1  | 3  | -3 | 1  | 8  |
| 1                                | 1  | 1  | 1  | 1  | -3 | -1 | 3  | 3  | -1 | -3 | 1  | 9  |
| -1                               | 3  | -3 | -3 | -1 | -3 | -3 | 1  | 1  | -1 | 3  | -1 | 10 |
| 3                                | 3  | 1  | 3  | 1  | -3 | 3  | 3  | -1 | -1 | 1  | 3  | 11 |
| 1                                | -3 | -3 | -3 | 1  | 1  | 1  | -3 | 1  | 1  | -3 | 1  | 12 |
| 3                                | 3  | -3 | -1 | 3  | 1  | 1  | -3 | 3  | -3 | 3  | 3  | 13 |
| 1                                | -1 | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  | -1 | -3 | -1 | 1  | -3 | 14 |

جدول ۱۸- ادامه

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| -3 | -1 | 1  | 3  | 1  | 1  | -1 | -1 | -3 | 1  | -1 | 3  | 15 |
| -1 | 3  | -1 | -1 | 3  | 3  | 3  | 1  | -1 | 1  | 3  | 1  | 16 |
| -1 | 3  | 1  | 3  | -3 | -3 | 3  | -3 | 3  | 1  | 1  | -3 | 17 |
| -3 | 1  | -1 | -1 | -3 | -3 | 1  | -3 | 1  | 1  | 3  | -3 | 18 |
| -1 | -3 | -1 | -3 | 3  | -1 | -1 | 1  | 3  | 1  | 3  | -1 | 19 |
| -1 | -3 | 1  | -1 | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | -3 | -1 | 20 |
| -3 | -1 | 1  | -3 | -3 | -3 | -3 | -3 | 1  | -1 | 3  | -1 | 21 |
| 3  | -3 | 1  | -3 | 3  | -1 | -3 | -3 | -3 | -3 | 1  | 1  | 22 |
| 1  | -1 | 3  | 1  | -1 | 1  | -3 | -1 | -3 | -1 | 1  | 1  | 23 |
| 1  | -3 | -3 | -1 | 1  | -1 | 3  | 3  | 1  | 3  | 1  | 1  | 24 |
| 3  | -1 | -1 | -3 | 1  | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | -3 | 1  | 25 |
| -3 | -1 | 3  | -1 | -1 | 1  | -3 | 3  | -3 | -3 | 3  | 1  | 26 |
| -3 | -3 | 3  | 1  | -1 | 1  | 3  | -3 | -1 | -3 | -1 | -3 | 27 |
| -1 | -1 | 3  | 3  | -3 | 3  | 3  | -1 | 3  | -3 | 3  | -1 | 28 |
| -1 | 1  | 3  | -3 | 3  | -1 | -3 | -1 | -1 | -3 | -3 | 3  | 29 |

جدول ۱۹- تعریف  $\varphi(n)$  برای  $M_{sc}^{RS} = 2N_{sc}^{RB}$

| $\varphi(23), \dots, \varphi(0)$ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | u  |    |    |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| -3                               | -1 | -3 | 3  | -3 | 3  | 1  | -1 | 1  | 1  | 3  | -3 | 3  | 1  | 3  | -3 | 3  | 1  | -1 | 3  | -3 | 1  | 3  | -1 | 0  |
| -3                               | 1  | 1  | 3  | 1  | -3 | -3 | 3  | -1 | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | -1 | 3  | -3 | -3 | 1  | -3 | -3 | -3 | 3  | -3 | 1  |
| 3                                | 3  | 1  | -1 | -1 | -3 | -1 | 1  | 1  | -1 | 3  | -1 | 1  | 3  | 3  | 3  | 3  | -3 | 1  | 1  | 3  | 3  | -1 | 3  | 2  |
| -1                               | -3 | -1 | -3 | 1  | 1  | 3  | -1 | 1  | 3  | 1  | 3  | 1  | -1 | -1 | -3 | 1  | 1  | -3 | 3  | 1  | 1  | -3 | -1 | 3  |
| -1                               | -1 | -3 | 1  | -3 | -3 | -1 | 1  | -3 | -1 | 1  | -1 | 3  | -1 | 3  | 3  | 1  | 1  | -1 | -3 | -3 | -1 | -1 | -1 | 4  |
| 1                                | 1  | -3 | -3 | -3 | 3  | -3 | -1 | 3  | -1 | -1 | 1  | 1  | -3 | 1  | -3 | 1  | 3  | 1  | -1 | 3  | 1  | 1  | -3 | 5  |
| -3                               | -1 | 3  | -1 | 1  | -1 | -3 | -1 | 1  | 1  | -1 | 1  | -1 | -1 | 1  | -3 | 3  | -3 | -3 | 3  | -1 | -1 | 1  | 1  | 6  |
| 1                                | -1 | -1 | -3 | 3  | 1  | -1 | 1  | 3  | -1 | 1  | 1  | 3  | 1  | 3  | 1  | 3  | -1 | -3 | -1 | -1 | 3  | 3  | -3 | 7  |
| -3                               | 1  | -3 | -3 | -3 | 1  | -3 | -3 | -3 | 1  | -1 | -1 | -1 | -1 | 3  | -3 | 3  | -3 | -1 | 1  | -3 | 3  | 1  | -3 | 8  |
| 1                                | 1  | -3 | 1  | 1  | -1 | 1  | -3 | 1  | 1  | -1 | 3  | 3  | 3  | -3 | 3  | -1 | -3 | -1 | 3  | 3  | -3 | 1  | 1  | 9  |
| 3                                | -1 | 1  | -1 | 3  | 3  | 1  | -1 | 1  | -3 | -3 | -1 | -3 | -3 | -3 | -1 | -1 | 3  | -1 | 3  | -3 | -3 | 1  | -1 | 10 |
| 1                                | -3 | 1  | -1 | 3  | -3 | -1 | 3  | 3  | -3 | 3  | 3  | -3 | -3 | -3 | -1 | 1  | 3  | 1  | -3 | -3 | 3  | 3  | 1  | 11 |
| -1                               | -3 | -1 | -3 | 3  | -3 | -1 | 3  | 3  | -3 | 1  | 1  | -1 | 3  | -3 | 1  | -1 | -1 | 1  | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  | 12 |
| 3                                | -3 | -1 | 3  | 1  | -3 | 1  | 1  | -1 | 3  | 3  | 3  | 1  | -1 | 1  | 3  | 3  | -1 | -3 | -1 | -1 | -1 | -1 | 3  | 13 |
| 3                                | 1  | 1  | 3  | -1 | -3 | 1  | -3 | -1 | -1 | 3  | 3  | 1  | 1  | 3  | 1  | 3  | -3 | 1  | 3  | 1  | 3  | -3 | -3 | 14 |
| -1                               | -3 | -3 | -3 | -1 | -1 | -3 | -3 | -1 | 1  | 3  | 1  | 3  | -1 | -3 | -1 | 1  | -3 | 3  | 1  | -3 | 1  | -1 | -1 | 15 |
| -1                               | -3 | 1  | 1  | -3 | 1  | -3 | 1  | -1 | 1  | 3  | 3  | 1  | 3  | -3 | 1  | 1  | -1 | -1 | -1 | -1 | 3  | -3 | -1 | 16 |
| -1                               | -1 | -1 | 3  | -1 | -3 | -1 | 3  | 1  | 1  | -1 | 3  | 3  | 3  | -3 | -1 | 1  | -3 | -1 | 3  | 3  | -1 | 3  | 1  | 17 |
| -3                               | 1  | 1  | 3  | -3 | -3 | 1  | 1  | -1 | -3 | 1  | -3 | 3  | 1  | 1  | -3 | -1 | 3  | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 18 |
| -3                               | -3 | 3  | -1 | 3  | 1  | -1 | -3 | -1 | 1  | -1 | 1  | -3 | 3  | 3  | 3  | -1 | 3  | -3 | -1 | 1  | 3  | 3  | 1  | 19 |
| -1                               | 1  | -3 | 3  | -1 | 1  | -1 | 3  | -1 | -3 | 3  | 1  | 3  | -3 | -1 | -3 | -1 | -1 | -3 | -3 | -3 | 3  | -3 | -1 | 20 |
| -3                               | 1  | -1 | -3 | 3  | 3  | -1 | -1 | 1  | -1 | 1  | -1 | -3 | 1  | 3  | -1 | 1  | -1 | 1  | -1 | 1  | 1  | -3 | -3 | 21 |
| -3                               | -1 | 3  | 3  | 1  | -3 | 1  | 3  | 1  | -1 | -3 | 3  | -3 | 3  | -3 | -3 | -1 | -3 | -1 | 1  | 3  | -3 | -1 | -3 | 22 |
| 3                                | 3  | -1 | 1  | 3  | -3 | 3  | 3  | -1 | 3  | -1 | 3  | 1  | -3 | 3  | 3  | 1  | 3  | 3  | 3  | -1 | -1 | -1 | -1 | 23 |
| 3                                | -1 | -3 | -1 | -1 | 1  | 1  | 1  | 1  | -1 | -1 | 3  | -1 | 3  | -1 | -1 | -3 | 3  | -3 | -1 | 3  | 3  | -1 | 1  | 24 |
| -1                               | -1 | -3 | -3 | 1  | 1  | -3 | 3  | 1  | -3 | 1  | 1  | -3 | -1 | -1 | 1  | 1  | 3  | -1 | 3  | -1 | 1  | -1 | 1  | 25 |
| 1                                | 1  | 1  | -3 | 1  | -1 | 1  | -3 | 3  | -3 | 1  | 3  | -3 | 3  | -3 | -1 | -1 | -3 | 1  | 1  | 3  | 1  | -1 | -3 | 26 |
| -1                               | -3 | -1 | -3 | -1 | -3 | 3  | -1 | -3 | -3 | 1  | 3  | -1 | -1 | -1 | -3 | -1 | 3  | 1  | 1  | 3  | 3  | -3 | -1 | 27 |
| -1                               | -1 | 3  | -1 | 1  | 1  | 3  | -3 | -3 | 1  | -3 | 1  | 1  | -3 | -1 | 1  | -1 | -1 | -3 | 1  | -1 | -1 | -3 | -1 | 28 |
| 3                                | 1  | -1 | -1 | 1  | -3 | -3 | 3  | 1  | 3  | -1 | 1  | 3  | 1  | -1 | 3  | -1 | 3  | -1 | -3 | -1 | -1 | 1  | 1  | 29 |

### ۵-۱-۵-۳ پرش گروه<sup>۱</sup>

شماره گروه دنباله  $u$  در شکاف  $n_s$  توسط یک الگوی پرش گروه  $f_{gh}(n_s)$  و یک الگوی جابجایی گروه  $f_{ss}$  مطابق رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$u = (f_{gh}(n_s) + f_{ss}) \bmod 30$$

۱۷ الگوی مختلف و ۳۰ الگوی جابجایی دنباله مختلف وجود دارد. پرش گروه دنباله می‌تواند توسط پارامتر خاص سلول *Group-hopping-enabled* فراهم شده توسط لایه‌های بالاتر، فعال یا غیرفعال شود.

پرش گروه دنباله برای PUSCH می‌تواند برای یک UE معین از طریق پارامتر لایه‌ی بالاتر *Disable-Sequence-Group-Hopping* بر خلاف فعال بودن روی یک پایه سلولی، غیرفعال شود مگر اینکه ارسال PUSCH مربوط به یک «اعطای پاسخ دسترسی تصادفی»<sup>۲</sup> یا یک ارسال مجدد همان بستک انتقال به عنوان بخشی از روال دستیابی تصادفی بر پایه رقابت، باشد.

الگوی پرش گروه  $f_{gh}(n_s)$  ممکن است برای PUSCH، PUCCH و SRS متفاوت باشد و توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$f_{gh}(n_s) = \begin{cases} 0 & \text{اگر پرش گروه غیر فعال شده باشد} \\ \left( \sum_{i=0}^7 c(8n_s + i) \cdot 2^i \right) \bmod 30 & \text{اگر پرش گروه فعال شده باشد} \end{cases}$$

که دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ تعریف شده است. مولد دنباله شبه تصادفی باید با

$$c_{init} = \left\lfloor \frac{n_{ID}^{RS}}{30} \right\rfloor$$

در آغاز هر قاب رادیویی مقداردهی اولیه شود که  $n_{ID}^{RS}$  توسط بند ۵-۱-۵-۵ ارائه شده است.

تعریف الگوی جابجایی دنباله  $f_{ss}$  بین PUCCH، PUSCH و SRS متفاوت است.

برای PUCCH، الگوی جابجایی دنباله  $f_{ss}^{PUSCH}$  توسط رابطه  $f_{ss}^{PUSCH} = (N_{ID}^{cell} + \Delta_{ss}) \bmod 30$  ارائه می‌شود که  $\Delta_{ss} \in \{0, 1, \dots, 29\}$  (اگر هیچ مقداری برای  $n_{ID}^{PUSCH}$  توسط لایه‌های بالاتر فراهم نشده باشد یا اگر ارسال PUSCH مربوط به یک Random Access Response Grant یا یک ارسال مجدد همان بستک انتقال به عنوان بخشی از روال دستیابی تصادفی بر پایه رقابت باشد) توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی می‌شود، در غیر این صورت توسط رابطه  $f_{ss}^{PUSCH} = n_{ID}^{RS} \bmod 30$  ارائه می‌شود که  $n_{ID}^{RS}$  توسط بند ۵-۱-۵-۵ داده می‌شود.

برای SRS، الگوی جابجایی دنباله  $f_{ss}^{SRS}$  توسط رابطه  $f_{ss}^{SRS} = n_{ID}^{SRS} \bmod 30$  ارائه می‌شود که  $n_{ID}^{SRS}$  توسط بند ۵-۱-۵-۵ داده می‌شود.

### ۵-۱-۵-۴ پرش دنباله<sup>۳</sup>

پرش دنباله تنها برای سیگنال‌های مرجع با طول  $M_{sc}^{RS} \geq 6N_{sc}^{RB}$  به کار می‌رود.

برای سیگنال مرجع با طول  $M_{sc}^{RS} < 6N_{sc}^{RB}$ ، شماره دنباله پایه  $v$  در گروه دنباله پایه، با  $v=0$  داده می‌شود.

- 
- 1 - Group Hopping
  - 2 - Random Access Response Grant
  - 3 - Sequence hopping

برای سیگنال های مرجع با طول  $M_{sc}^{RS} \geq 6N_{sc}^{RB}$ ، شماره دنباله پایه  $v$  در گروه دنباله پایه در شکاف  $n_s$  توسط رابطه زیر تعریف می شود:

$$v = \begin{cases} \text{اگر پرش گروه غیر فعال و پرش دنباله فعال شده است } c(n_s) \\ 0 \text{ در غیر این صورت} \end{cases}$$

که دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه شده است. پارامتر *Sequence-hopping-enabled* آماده شده توسط لایه های بالاتر تعیین می کند که آیا پرش دنباله فعال شده است یا خیر. پرش دنباله برای PUSCH می تواند برای یک UE معین از طریق پارامتر لایه بالاتر *Disadl-sequence-group-hopping* بر خلاف فعال بودن روی یک پایه سلولی، غیرفعال شود، مگر اینکه ارسال PUSCH مربوط به یک Random Access Response Grant یا یک ارسال مجدد همان بستکانتقال به عنوان بخشی از روال دستیابی تصادفی برپایه رقابت، باشد.

برای PUSCH، مولد دنباله شبه تصادفی باید با  $c_{init} = \left\lfloor \frac{n_{ID}^{RS}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + f_{ss}^{PUSCH}$  در آغاز هر قاب رادیویی مقدار دهی اولیه شود که  $n_{ID}^{RS}$  توسط بند ۵-۱-۵-۵ داده شده است.

برای SRS، مولد دنباله شبه تصادفی باید با  $c_{init} = \left\lfloor \frac{n_{ID}^{RS}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + (n_{ID}^{RS} + \Delta_{ss}) \bmod 30$  در آغاز هر قاب رادیویی مقدار دهی اولیه شود که  $n_{ID}^{RS}$  توسط بند ۵-۱-۵-۵ و  $\Delta_{ss}$  توسط بند ۳-۱-۵-۵ داده شده است.

#### ۵-۱-۵-۵ تعیین شناسه سلول مجازی برای تولید دنباله

تعریف  $n_{ID}^{RS}$  به نوع ارسال بستگی دارد.

ارسال مربوط به PUSCH:

-  $n_{ID}^{RS} = N_{ID}^{cell}$ ، اگر هیچ مقداری برای  $n_{ID}^{PUSCH}$  توسط لایه های بالاتر فراهم نشده باشد. یا اگر ارسال

PUSCH مربوط به یک Random Access Response Grant یا یک ارسال مجدد همان بستک

انتقال به عنوان بخشی از روال دستیابی تصادفی بر پایه رقابت باشد.

- در غیر این صورت  $n_{ID}^{RS} = n_{ID}^{PUSCH}$

ارسال مربوط به PUCCH:

-  $n_{ID}^{RS} = N_{ID}^{cell}$  اگر هیچ مقداری برای  $n_{ID}^{PUSCH}$  توسط لایه های بالاتر پیکربندی نشده باشد،

- در غیر این صورت  $n_{ID}^{RS} = n_{ID}^{PUSCH}$

سیگنال های مرجع شناسایی:

-  $n_{ID}^{RS} = N_{ID}^{cell}$

#### ۵-۵-۲ سیگنال مرجع و امده سازی

#### ۵-۵-۲-۱ سیگنال مرجع و امده سازی برای PUSCH

#### ۵-۵-۲-۱-۱ دنباله سیگنال مرجع

دنباله سیگنال مرجع و امده سازی PUSCH،  $r_{PUSCH}^{(\lambda)}(0)$ ، مربوط به لایه  $\lambda \in \{0, 1, \dots, v-1\}$  توسط رابطه زیر تعریف می شود:



$$r_{PUSCH}^{(\lambda)}(m, M_{SC}^{RS} + n) = w^{(\lambda)}(m) r_{u,v}^{(\alpha_\lambda)}(n)$$

که

$$m = 0, 1$$

$$n = 0, \dots, M_{SC}^{RS} - 1$$

و

$$M_{SC}^{RS} = M_{SC}^{PUSCH}$$

زیر بند ۵-۵-۱ دنباله  $w^{(\lambda)}(m)$  را تعریف می‌کند. دنباله متعامد  $w^{(\lambda)}(m)$  برای DCI قالب صفر (اگر پارامتر لایه بالاتر *Activate-DMRS-with OCC* تنظیم نشده باشد یا اگر C-RNTI موقت برای ارسال آخرین DCI مرتبط با پیوند فراسو برای بستکانتقال مربوط به ارسال PUSCH متناظر استفاده شده باشد)، با  $[1 \ 1] = [w^{(\lambda)}(0)w^{(\lambda)}(1)]$  ارائه می‌شود، در غیر این صورت با استفاده از فیلد جابجایی چرخشی در آخرین DCI مرتبط با پیوند فراسو [3] 3GPP TS 36.212 برای بستکانتقال مربوط به ارسال PUSCH متناظر، توسط جدول ۲۰ ارائه می‌شود.

جابجایی چرخشی  $\alpha_\lambda$  در شکاف  $n_s$  به صورت  $\alpha_\lambda = 2\pi n_{cs,\lambda}/12$  داده می‌شود که

$$n_{cs,\lambda} = \left( n_{DMRS}^{(1)} + n_{DMRS,\lambda}^{(2)} + n_{PN}(n_s) \right) \bmod 12$$

که مقادیر  $n_{DMRS}^{(1)}$  مطابق با پارامتر *cyclicShift* فراهم شده توسط لایه‌های بالاتر، توسط جدول ۲۱ داده می‌شوند؛  $n_{DMRS,\lambda}^{(2)}$  توسط جابجایی چرخشی برای فیلد DMRS در آخرین DCI مرتبط با پیوند فراسو 3GPP [3] 36.212 TS برای بستک انتقال مربوط به ارسال PUSCH متناظر، ارائه می‌شود که مقدار  $n_{DMRS,\lambda}^{(2)}$  توسط جدول ۲۰ داده می‌شود.

سطر اول جدول ۲۰ اگر هیچ DCI مرتبط با پیوند فراسو برای همان بستک انتقال مربوط به ارسال PUSCH متناظر وجود نداشته باشد، باید برای به دست آوردن  $n_{DMRS,0}^{(2)}$  و  $w^{(\lambda)}(m)$  به کار رود و:

- اگر PUSCH اولیه برای همان بستک انتقال به صورت نیمه ماندگار زمان‌بندی شده باشد، یا
- اگر PUSCH اولیه برای همان بستک انتقال توسط اعطای پاسخ دستیابی تصادفی زمان‌بندی شده باشد

کمیت  $n_{PN}(n_s)$  توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$n_{PN}(n_s) = \sum_{i=0}^7 c(8N_{\text{symb}}^{\text{UL}} \cdot n_s + i) \cdot 2^i$$

که دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه می‌شود. کاربرد  $c(i)$  خاص سلول است. مولد دنباله شبه تصادفی باید با  $c_{init}$  در آغاز هر قاب رادیویی مقداردهی اولیه شود. کمیت  $c_{init}$  اگر هیچ مقداری برای  $N_{ID}^{\text{csh-DMRS}}$  توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی نشده باشد یا ارسال PUSCH مطابق یک *Random Access Response Grant* یا یک ارسال مجدد همان بستک انتقال به عنوان بخشی از روال دستیابی تصادفی بر پایه رقابت باشد، با  $(N_{ID}^{\text{cell}} + \Delta_{SS}) \bmod 30$ ،  $c_{init} = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{\text{cell}}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + ((N_{ID}^{\text{cell}} + \Delta_{SS}) \bmod 30)$  ارائه می‌شود، در غیر این صورت با رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$c_{init} = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{\text{csh-DMRS}}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + (N_{ID}^{\text{csh-DMRS}} \bmod 30)$$

بردار سیگنال مرجع باید مطابق رابطه زیر پیش‌کدگذاری شود:

$$\begin{bmatrix} \tilde{r}_{PUSCH}^{(0)} \\ \vdots \\ \tilde{r}_{PUSCH}^{(P-1)} \end{bmatrix} = W \begin{bmatrix} \tilde{r}_{PUSCH}^{(0)} \\ \vdots \\ \tilde{r}_{PUSCH}^{(v-1)} \end{bmatrix}$$

که P تعداد درگاه‌های آنتن استفاده شده برای ارسال PUSCH است.

برای ارسال PUSCH با استفاده از یک درگاه آنتن،  $P=1$ ،  $W=1$  و  $v=1$  می‌باشند.

برای هم‌تافتگری فضایی،  $P=2$  یا  $P=4$  است و ماتریس پیش‌کدگذاری W باید با ماتریس پیش‌کدگذاری

استفاده شده در بند ۵-۳-۳-الف ۲ برای پیش‌کدگذاری PUSCH در همان زیرقالب، یکسان باشد.

جدول ۲۰- نگاشت فیلد چرخشی در قالب DCI مرتبط با پیوند فراسو به  $n_{DMRS,\lambda}^{(2)}$  و  $[w^{(\lambda)}(0)w^{(\lambda)}(1)]$

| $[w^{(\lambda)}(0)w^{(\lambda)}(1)]$ |               |               |               | $n_{DMRS,\lambda}^{(2)}$ |               |               |               | فیلد جابجایی چرخشی در قالب DCI مرتبط با پیوند فراسو [3] |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---|
| $\lambda = 3$                        | $\lambda = 2$ | $\lambda = 1$ | $\lambda = 0$ | $\lambda = 3$            | $\lambda = 2$ | $\lambda = 1$ | $\lambda = 0$ |   |
| [1 -1]                               | [1 -1]        | [1 1]         | [1 1]         | 9                        | 3             | 6             | 0             | 000   |
| [1 1]                                | [1 1]         | [1 -1]        | [1 -1]        | 3                        | 9             | 0             | 6             | 001   |
| [1 1]                                | [1 1]         | [1 -1]        | [1 -1]        | 0                        | 6             | 9             | 3             | 010   |
| [1 1]                                | [1 1]         | [1 1]         | [1 1]         | 1                        | 7             | 10            | 4             | 011   |
| [1 1]                                | [1 1]         | [1 1]         | [1 1]         | 11                       | 5             | 8             | 2             | 100   |
| [1 -1]                               | [1 -1]        | [1 -1]        | [1 -1]        | 5                        | 11            | 2             | 8             | 101   |
| [1 -1]                               | [1 -1]        | [1 -1]        | [1 -1]        | 7                        | 1             | 4             | 10            | 110   |
| [1 -1]                               | [1 -1]        | [1 1]         | [1 1]         | 6                        | 0             | 3             | 9             | 111   |

جدول ۲۱- نگاشت *cyclicShift* به مقادیر  $n_{DMRS}^{(1)}$

| $n_{DMRS}^{(1)}$ | cyclicShift |
|------------------|-------------|
| 0                | 0           |
| 2                | 1           |
| 3                | 2           |
| 4                | 3           |
| 6                | 4           |
| 8                | 5           |
| 9                | 6           |
| 10               | 7           |

۵-۵-۲-۱-۲- نگاشت به منابع فیزیکی

برای هر درگاه آنتن استفاده شده برای ارسال PUSCH، دنباله  $\tilde{r}_{PUSCH}^{(\tilde{p})}(\cdot)$  دنباله  $\tilde{r}_{PUSCH}^{(\tilde{p})}(\cdot)$  باید در ضریب مقیاس‌بندی دامنه

$\beta_{PUSCH}$  ضرب شده و در دنباله آغاز شونده با  $\tilde{r}_{PUSCH}^{(\tilde{p})}(0)$  به بستک‌های منبع نگاشت شود.

مجموعه بستک‌های منبع فیزیکی استفاده شده در فرایند نگاشت و رابطه بین نمایه  $\tilde{p}$  و شماره درگاه آنتن p باید همانطور که در بند ۵-۴-۳ تعریف شده است با ارسال PUSCH متناظر باشد.

نگاشت به عنصرهای منبع  $(k,l)$  (با  $l=3$  برای پیشوند چرخشی عادی و  $l=2$  برای پیشوند چرخشی گسترش یافته) در زیرقالب باید ابتدا بر حسب k، سپس بر حسب شماره شکاف ترتیب صعودی داشته باشد.

## ۵-۲-۵-۲ سیگنال مرجع و امده سازی<sup>۱</sup> برای PUCCH

### ۵-۲-۲-۵-۱ دنباله سیگنال مرجع

دنباله سیگنال مرجع و امده سازی PUCCH،  $\tilde{r}_{PUCCH}^{(\tilde{p})}(0)$  به صورت رابطه زیر تعریف می شود:

$$\tilde{r}_{PUCCH}^{(\tilde{p})}(m'N_{RS}^{PUCCH}M_{SC}^{RS} + mM_{SC}^{RS} + n) = \frac{1}{\sqrt{P}} \bar{w}^{(\tilde{p})}(m)z(m)r_{u,v}^{(\alpha_{\tilde{p}})}(n)$$

که:

$$\begin{aligned} m &= 0, \dots, N_{RS}^{PUCCH} - 1 \\ n &= 0, \dots, M_{SC}^{RS} - 1 \\ m' &= 0, 1 \end{aligned}$$

و  $p$  تعداد درگاه های آنتن استفاده شده برای ارسال PUCCH است. برای PUCCH قالب های 2a و 2b،  $Z(m)$  برای  $m=1$  مساوی  $d(10)$  است که در بند ۵-۴-۲ تعریف شده است. برای همه موارد دیگر،  $Z(m)=1$  است.

دنباله  $r_{u,v}^{(\alpha_{\tilde{p}})}(n)$  با  $M_{SC}^{RS} = 12$  توسط بند ۵-۵-۱ ارائه شده است که اصطلاح مورد نظر برای جابجایی چرخشی  $\alpha_{\tilde{p}}$  توسط قالب PUCCH تعیین شده است.

برای PUCCH قالب های 1a، 1b و 1،  $\alpha_{\tilde{p}}(n_s, l)$  توسط رابطه زیر داده می شود:

$$\begin{aligned} \bar{n}_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s) &= \lfloor n'_{\tilde{p}}(n_s) \cdot \Delta_{shift}^{PUCCH} / N' \rfloor \\ \alpha_{\tilde{p}}(n_s, l) &= 2\pi \cdot \bar{n}_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s, l) / N_{SC}^{RB} \end{aligned}$$

$$\bar{n}_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s, l) = \begin{cases} \left[ n_{CS}^{cell}(n_s, l) + \left( n'_{\tilde{p}}(n_s) \cdot \Delta_{shift}^{PUCCH} + \left( \bar{n}_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s) \bmod \Delta_{shift}^{PUCCH} \right) \bmod N' \right) \bmod N_{SC}^{RB} \right] \bmod N_{SC}^{RB} & \text{برای پیشوند چرخشی عادی} \\ \left[ n_{CS}^{cell}(n_s, l) + \left( n'_{\tilde{p}}(n_s) \cdot \Delta_{shift}^{PUCCH} + \bar{n}_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s) \right) \bmod N' \right] \bmod N_{SC}^{RB} & \text{برای پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

که  $n'_{\tilde{p}}(n_s)$ ،  $N'$ ،  $\Delta_{shift}^{PUCCH}$  و  $n_{CS}^{cell}(n_s, l)$  توسط بند ۵-۴-۱ تعریف شده اند. تعداد نمادهای مرجع در هر شکاف  $N_{RS}^{PUCCH}$  و دنباله  $\bar{W}(n)$  به ترتیب توسط جدول ۲۲ و ۲۳ داده شده اند.

برای PUCCH قالب های 2a، 2b و 2،  $\alpha_{\tilde{p}}(n_s, l)$  توسط بند ۵-۴-۲ تعریف می شود.

تعداد نمادهای مرجع در هر شکاف  $N_{RS}^{PUCCH}$  و دنباله  $\bar{W}^{(\tilde{p})}(n)$  به ترتیب توسط جدول های ۲۲ و ۲۴ داده شده اند.

برای PUCCH قالب 3،  $\alpha_{\tilde{p}}(n_s, l)$  توسط رابطه زیر داده می شود:

$$\begin{aligned} \alpha_{\tilde{p}}(n_s, l) &= 2\pi n_{CS}^{(\tilde{p})}(n_s, l) / N_{SC}^{RB} \\ n_{CS}^{(\tilde{p})}(n_s, l) &= \left( n_{CS}^{cell}(n_s, l) + n'_{\tilde{p}}(n_s) \right) \bmod N_{SC}^{RB} \end{aligned}$$

که  $n'_{\tilde{p}}(n_s)$  توسط جدول ۲۵ داده می شود و  $n_{oc,0}^{(\tilde{p})}$  و  $n_{oc,1}^{(\tilde{p})}$  به ترتیب برای اولین و دومین شکاف در یک زیرقالب از بند ۵-۴-۲A به دست می آیند. تعداد نمادهای مرجع در هر شکاف  $N_{RS}^{PUCCH}$  و دنباله  $\bar{W}(n)$  به ترتیب توسط جدول های ۲۲ و ۲۴ داده می شوند.

جدول ۲۲- تعداد نمادهای مرجع و امدوله سازی PUCCH به ازای هر شکاف  $N_{RS}^{PUCCH}$

| پیشوند چرخشی عادی | پیشوند چرخشی گسترش یافته | قالب PUCCH |
|-------------------|--------------------------|------------|
| 3                 | 2                        | 1, 1a, 1b  |
| 2                 | 1                        | 2, 3       |
| 2                 | N/A                      | 2a, 2b     |

جدول ۲۳- دنباله های متعامد  $[N_{RS}^{PUCCH} - 1] \bar{w}^{(\tilde{p})}(0) \bar{w}^{(\tilde{p})}$  برای قالب های 1a و 1b

| پیشوند چرخشی عادی             | پیشوند چرخشی گسترش یافته | نمایه دنباله $\bar{n}_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s)$ |
|-------------------------------|--------------------------|--|
| [1 1 1]                       | [1 1]                    | 0  |
| $[1 e^{j2\pi/3} e^{j4\pi/3}]$ | [1 -1]                   | 1  |
| $[1 e^{j4\pi/3} e^{j2\pi/3}]$ | N/A                      | 2  |

جدول ۲۴- دنباله های متعامد  $[N_{RS}^{PUCCH} - 1] \bar{w}^{(\tilde{p})}(0) \bar{w}^{(\tilde{p})}$  برای قالب های 2a و 2b و 3

| پیشوند چرخشی عادی | پیشوند چرخشی گسترش یافته |
|-------------------|--------------------------|
| [1 1]             | [1]                      |

جدول ۲۵- رابطه بین  $n_{oc}^{(\tilde{p})}$  و  $n'_{\tilde{p}}(n_s)$  برای قالب 3

| $n'_{\tilde{p}}(n_s)$ |                | $n_{oc}^{(\tilde{p})}$ |
|-----------------------|----------------|------------------------|
| $N_{SF,1} = 4$        | $N_{SF,1} = 5$ |                        |
| 0                     | 0              | 0                      |
| 3                     | 3              | 1                      |
| 6                     | 6              | 2                      |
| 9                     | 8              | 3                      |
| N/A                   | 10             | 4                      |

۵-۲-۲-۵-۵ نگاشت به منابع فیزیکی

دنباله  $r_{PUCCH}^{(\tilde{p})}(\cdot)$  باید در ضریب مقیاس بندی دامنه  $\beta_{PUCCH}$  ضرب شده و در دنباله آغازشونده با  $r_{PUCCH}^{(\tilde{p})}(0)$  به عنصرهای منبع  $(k, l)$  در درگاه آنتن  $p$  نگاشت شود. نگاشت باید ابتدا بر حسب  $k$ ، سپس  $l$  و در نهایت شماره شکاف ترتیب صعودی داشته باشد. مجموعه مقادیر  $k$  و  $p$  رابطه بین نمایه  $\tilde{p}$  و شماره درگاه آنتن  $p$  باید با مقادیر استفاده شده برای ارسال PUCCH متناظر، یکسان باشد. مقادیر نمایه نماد 1 در یک شکاف توسط جدول ۲۶ ارائه شده اند.

جدول ۲۶- موقعیت سیگنال مرجع و امدوله سازی برای قالب های مختلف PUCCH

| مجموعه مقادیر $l$ |                          | قالب PUCCH |
|-------------------|--------------------------|------------|
| پیشوند چرخشی عادی | پیشوند چرخشی گسترش یافته |            |
| 2, 3, 4           | 2, 3                     | 1, 1a, 1b  |
| 1, 5              | 3                        | 2, 3       |
| 1, 5              | N/A                      | 2a, 2b     |

### ۳-۵-۵ سیگنال مرجع شناسایی

#### ۱-۳-۵-۵ تولید دنباله

دنباله سیگنال مرجع شناسایی  $r_{SRS}^{(\tilde{p})}(n) = r_{u,v}^{(\alpha_{\tilde{p}})}(n)$  توسط بند ۱-۵-۵ تعریف شده است که  $u$  شماره گروه دنباله تعریف شده در بند ۳-۱-۵-۵ و  $v$  شماره دنباله پایه تعریف شده در بند ۴-۱-۵-۵ می‌باشند. جابجایی چرخشی  $\alpha_{\tilde{p}}$  سیگنال مرجع چرخشی به صورت رابطه زیر داده می‌شود:

$$\alpha_{\tilde{p}} = 2\pi \frac{n_{SRS}^{cs,\tilde{p}}}{8}$$

$$n_{SRS}^{cs,\tilde{p}} = \left( n_{SRS}^{cs} + \frac{8\tilde{p}}{N_{ap}} \right) \text{mod } 8$$

$$\tilde{p} \in \{0, 1, \dots, N_{ap} - 1\}$$

که  $n_{SRS}^{cs} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$  به صورت جداگانه برای شناسایی متناوب و هر پیکربندی غیر متناوب به ترتیب توسط پارامترهای لایه بالاتر  $cyclicShift$  و  $cyclicShift-ap$  برای هر UE پیکربندی می‌شود و  $N_{ap}$  تعداد درگاه‌های آنتنی است که برای ارسال سیگنال مرجع استفاده شده است.

#### ۲-۳-۵-۵ نگاشت به منابع فیزیکی

دنباله باید در ضریب مقیاس‌بندی دامنه  $\beta_{SRS}$  به منظور مطابقت با توان ارسال  $P_{SRS}$  مشخص شده در بند ۱-۳-۱-۵ در 3GPP TS 36.213[4] ضرب شده و در دنباله آغاز شونده با  $r_{SRS}^{(\tilde{p})}(0)$  به عنصرهای منبع  $(k, l)$  در درگاه آنتن  $p$  مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

$$a_{2k'+k_0^{(p)}, l}^{(p)} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N_{ap}}} \beta_{SRS} r_{SRS}^{(\tilde{p})}(k') & k' = 0, 1, \dots, M_{sc,b}^{RS} - 1 \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که  $N_{ap}$  تعداد درگاه‌های آنتنی است که برای ارسال سیگنال مرجع استفاده شده است و رابطه بین نمایه  $\tilde{p}$  و درگاه آنتن  $p$  توسط جدول ۳ ارائه شده است. مجموعه درگاه‌های آنتن استفاده شده برای ارسال سیگنال مرجع شناسایی به صورت مستقل برای شناسایی متناوب و هر پیکربندی غیر متناوب، پیکربندی می‌شود. کمیت  $k_0^{(p)}$ ، موقعیت شروع حوزه‌ی بسامد سیگنال مرجع شناسایی برای  $b = B_{SRS}$  و  $M_{sc,b}^{RS}$  طول دنباله سیگنال مرجع شناسایی است که به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$M_{sc,b}^{RS} = m_{SRS,b} N_{sc}^{RB} / 2$$

که  $m_{SRS,b}$  برای هر پهنای باند پیوند فراسوی  $N_{RB}^{UL}$  توسط جدول ۲۷ تا جدول ۳۰ ارائه می‌شود. پارامتر خاص سلول  $srs-BandwidthConfig$ ،  $C_{SRS} \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$  و پارامتر خاص UE  $srs-BandwidthConfig$ ،  $B_{SRS} \in \{0, 1, 2, 3\}$  توسط لایه‌های بالاتر داده می‌شوند. برای  $UpPTS$ ،  $m_{SRS,0}$  باید به  $m_{SRS,0}^{max} = \max_{c \in C} \{m_{SRS,0}^c\} \leq (N_{RB}^{UL} - 6N_{RA})$  پیکربندی مجدد شود. (اگر این پیکربندی مجدد توسط پارامتر خاص سلول  $srsMaxUpPTS$  داده شده توسط لایه‌های بالاتر فعال شده باشد) در غیر این صورت اگر پیکربندی مجدد غیرفعال شده باشد  $m_{SRS,0}^{max} = m_{SRS,0}$  است، که  $c$  یک پیکربندی  $SRSBW$  است و  $C_{RSR}$

مجموعه پیکربندی‌های SRS BW از جدول‌های ۲۷ تا ۳۰ برای هر پهنای باند پیوند فراسوی  $N_{RB}^{UL}$  است،  $N_{RA}$  تعداد PRACH قالب ۴ در UpPTS نشان‌دهی شده و گرفته شده از جدول ۳۷ می‌باشد.

موقعیت شروع حوزه ی بسامد  $k_0^{(p)}$  توسط رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$k_0^{(p)} = \bar{k}_0^{(p)} + \sum_{b=0}^{B_{SRS}} 2M_{SC,b}^{RS} n_b$$

که برای زیرقالب‌های پیوند فراسوی عادی  $\bar{k}_0^{(p)}$  توسط رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$\bar{k}_0^{(p)} = (\lfloor N_{RB}^{UL}/2 \rfloor - m_{SRS,0} N_{SC}^{RB} + k_{TC}^{(p)})$$

و برای UpPTS توسط رابطه‌ی

$$\bar{k}_0^{(p)} = \begin{cases} (N_{RB}^{UL} - m_{SRS,0}^{max}) N_{SC}^{RB} + k_{TC}^{(p)} & \text{اگر } ((n_f \bmod 2) \cdot (2 - N_{sp}) + n_{hf}) \bmod 2 = 0 \\ k_{TC}^{(p)} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

کمیت  $k_{TC}^{(p)} \in \{0,1\}$  توسط رابطه زیر داده می‌شود:

$$k_{TC}^{(p)} = \begin{cases} 1 - \bar{k}_{TC} & \text{اگر } n_{SRS}^{CS} \in \{4,5,6,7\} \text{ و } \tilde{p} \in \{1,3\} \text{ و } N_{ap} = 4 \\ \bar{k}_{TC} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که رابطه بین نمایه  $\tilde{p}$  و درگاه آنتن  $p$  توسط جدول ۳ داده شده است،  $\bar{k}_{TC} \in \{0,1\}$  به ترتیب توسط پارامتر خاص  $UEtransmissionComb$  یا  $transmissionComb-ap$  برای ارسال متناوب و هر پیکربندی غیر متناوب، فراهم شده توسط لایه‌های بالاتر UE داده می‌شود، و  $n_b$  نمایه موقعیت بسامدی است. متغیر  $n_{hf}$  برای UpPTS در اولین نیم قاب یک قاب رادیویی برابر با صفر و برای UpPTS در دومین نیم قاب برابر با ۱ است.

پرش بسامدی سیگنال مرجع شناسایی توسط پارامتر  $b_{hop} \in \{0,1,2,3\}$  فراهم شده توسط پارامتر لایه بالاتر  $srs-HoppingBandwidth$  پیکربندی می‌شود. پرش بسامدی برای ارسال غیر متناوب پشتیبانی نشده است. اگر پرش بسامدی سیگنال مرجع شناسایی فعال نشده باشد (برای مثال  $b_{hop} \geq B_{SRS}$ ) نمایه موقعیت بسامدی  $n_b$  ثابت می‌ماند (مگر اینکه پیکر بندی مجدد شود) و توسط رابطه  $n_b = \lfloor 4n_{RRC}/m_{SRS,b} \rfloor \bmod N_b$  تعیین می‌شود که پارامتر  $n_{RRC}$  توسط پارامترهای لایه بالاتر  $freqDomainPosition$  و  $freqDomainPosition-ap$  به ترتیب برای ارسال متناوب و هر پیکربندی غیر متناوب، داده می‌شود. اگر پرش بسامدی سیگنال مرجع شناسایی فعال شده باشد (برای مثال  $b_{hop} < B_{SRS}$ ) نمایه‌های موقعیت بسامدی  $n_b$  توسط رابطه زیر تعیین می‌شوند:

$$n_b = \begin{cases} \lfloor 4n_{RRC}/m_{SRS,b} \rfloor \bmod N_b & b \leq b_{hop} \\ \{F_b(n_{SRS}) + \lfloor 4n_{RRC}/m_{SRS,b} \rfloor\} \bmod N_b & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که  $N_b$  توسط جدول ۲۷ تا ۳۰ برای هر پهنای باند پیوند فراسوی  $N_{RB}^{UL}$  داده شده است.

$$F_b(n_{SRS}) = \begin{cases} (N_b/2) \left[ \frac{n_{SRS} \bmod \prod_{b'=b_{hop}}^b N_{b'}}{\prod_{b'=b_{hop}}^{b-1} N_{b'}} \right] + \left[ \frac{n_{SRS} \bmod \prod_{b'=b_{hop}}^b N_{b'}}{\prod_{b'=b_{hop}}^{b-1} N_{b'}} \right] & \text{اگر } N_b \text{ زوج است} \\ [N_b/2] \left[ n_{SRS} / \prod_{b'=b_{hop}}^{b-1} N_{b'} \right] & \text{اگر } N_b \text{ فرد است} \end{cases}$$

که صرفنظر از مقدار  $N_b$  در جدول ۲۷ تا جدول ۳۰،  $N_{b_{hop}} = 1$  است و

$$n_{SRS} = \begin{cases} 2N_{SP}n_f + 2(N_{SP} - 1) \left[ \frac{n_s}{10} \right] + \left[ \frac{T_{offset}}{T_{offset\_max}} \right], & \text{برای } 2ms \text{ تناوب } SRS \text{ با ساختار قاب نوع 2} \\ [(n_f \times 10 + [n_s/2]) / T_{SRS}], & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

تعداد ارسال‌های SRS خاص UE را می‌شمارد، که  $T_{SRS}$  تناوب ارسال‌های SRS خاص UE تعریف شده در بند ۸-۲ از 3GPP TS 36.213[4] است،  $T_{offset}$  ورنهاد زیرقاب SRS تعریف شده در جدول ۲-۸ از 3GPP TS 36.213[4] است و  $T_{offset\_max}$  بیشینه مقدار  $T_{offset}$  برای یک پیکربندی معین ورنهاد زیرقاب SRS می‌باشد. سیگنال مرجع شناسایی باید در آخرین نماد زیرقاب پیوند فراسو ارسال شود.

جدول ۲۷- مقادیر  $m_{SRS,b}$  و  $N_b$  برای پهناهای باند پیوند فراسوی  $6 \leq N_{RB}^{UL} \leq 40$

| پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 3$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 2$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 1$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 0$ |             | پیکربندی پهناهای باند SRC<br>$C_{SRS}$ |
|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|--|
| $N_3$                           | $m_{SRS,3}$ | $N_2$                           | $m_{SRS,2}$ | $N_1$                           | $m_{SRS,1}$ | $N_0$                           | $m_{SRS,0}$ |  |
| 1                               | 4           | 3                               | 4           | 3                               | 12          | 1                               | 36          | 0                                      |
| 2                               | 4           | 2                               | 8           | 2                               | 16          | 1                               | 32          | 1                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 6                               | 4           | 1                               | 24          | 2                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 5                               | 4           | 1                               | 20          | 3                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 4                               | 4           | 1                               | 16          | 4                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 3                               | 4           | 1                               | 12          | 5                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 2                               | 4           | 1                               | 8           | 6                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 1                               | 4           | 1                               | 4           | 7                                      |

جدول ۲۸- مقادیر  $m_{SRS,b}$  و  $N_b$  برای پهناهای باند پیوند فراسوی  $40 < N_{RB}^{UL} \leq 60$

| پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 3$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 2$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 1$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 0$ |             | پیکربندی پهناهای باند SRC<br>$C_{SRS}$ |
|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|--|
| $N_3$                           | $m_{SRS,3}$ | $N_2$                           | $m_{SRS,2}$ | $N_1$                           | $m_{SRS,1}$ | $N_0$                           | $m_{SRS,0}$ |  |
| 3                               | 4           | 2                               | 12          | 2                               | 24          | 1                               | 48          | 0                                      |
| 2                               | 4           | 2                               | 8           | 3                               | 16          | 1                               | 48          | 1                                      |
| 1                               | 4           | 5                               | 4           | 2                               | 20          | 1                               | 40          | 2                                      |
| 1                               | 4           | 3                               | 4           | 3                               | 12          | 1                               | 36          | 3                                      |
| 2                               | 4           | 2                               | 8           | 2                               | 16          | 1                               | 32          | 4                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 6                               | 4           | 1                               | 24          | 5                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 5                               | 4           | 1                               | 20          | 6                                      |
| 1                               | 4           | 1                               | 4           | 4                               | 4           | 1                               | 16          | 7                                      |

جدول ۲۹- مقادیر  $m_{SRS,b}$  و  $N_b$  برای پهناهای باند پیوند فراسوی  $60 < N_{RB}^{UL} \leq 80$

| پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 3$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 2$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 1$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 0$ |             | پیکربندی پهناهای باند SRC<br>$C_{SRS}$ |
|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|--|
| $N_3$                           | $m_{SRS,3}$ | $N_2$                           | $m_{SRS,2}$ | $N_1$                           | $m_{SRS,1}$ | $N_0$                           | $m_{SRS,0}$ |  |
| 3                               | 4           | 2                               | 12          | 3                               | 24          | 1                               | 72          | 0                                      |
| 4                               | 4           | 2                               | 16          | 2                               | 32          | 1                               | 64          | 1                                      |
| 1                               | 4           | 5                               | 4           | 3                               | 20          | 1                               | 60          | 2                                      |
| 3                               | 4           | 2                               | 12          | 2                               | 24          | 1                               | 48          | 3                                      |
| 2                               | 4           | 2                               | 8           | 3                               | 16          | 1                               | 48          | 4                                      |
| 1                               | 4           | 5                               | 4           | 2                               | 20          | 1                               | 40          | 5                                      |
| 1                               | 4           | 3                               | 4           | 3                               | 12          | 1                               | 36          | 6                                      |
| 2                               | 4           | 2                               | 8           | 2                               | 16          | 1                               | 32          | 7                                      |

جدول ۳۰- مقادیر  $m_{SRS,b}$  و  $N_b$  برای پهناهای باند پیوند فراسوی  $80 < N_{RB}^{UL} \leq 110$

| پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 3$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 2$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 1$ |             | پهنای باند SRS<br>$B_{SRS} = 0$ |             | پیکربندی پهناهای باند SRC<br>$C_{SRS}$ |
|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|--|
| $N_3$                           | $m_{SRS,3}$ | $N_2$                           | $m_{SRS,2}$ | $N_1$                           | $m_{SRS,1}$ | $N_0$                           | $m_{SRS,0}$ |  |
| 6                               | 4           | 2                               | 24          | 2                               | 48          | 1                               | 96          | 0                                      |
| 4                               | 4           | 2                               | 16          | 3                               | 32          | 1                               | 96          | 1                                      |
| 5                               | 4           | 2                               | 20          | 2                               | 40          | 1                               | 80          | 2                                      |
| 3                               | 4           | 2                               | 12          | 3                               | 24          | 1                               | 72          | 3                                      |
| 4                               | 4           | 2                               | 16          | 2                               | 32          | 1                               | 64          | 4                                      |
| 1                               | 4           | 5                               | 4           | 3                               | 20          | 1                               | 60          | 5                                      |
| 3                               | 4           | 2                               | 12          | 2                               | 24          | 1                               | 48          | 6                                      |
| 2                               | 4           | 2                               | 8           | 3                               | 16          | 1                               | 48          | 7                                      |

### ۵-۳-۳-۵ پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع شناسایی

دوره‌ی تناوب پیکربندی زیرقاب خاص سلول  $T_{SFC}$  و ورنهاد زیرقاب خاص سلول  $\Delta_{SFC}$  برای ارسال سیگنال های مرجع شناسایی در جدول های ۳۱ و ۳۲ به ترتیب برای ساختارهای قاب نوع ۱ و ۲ فهرست شده‌اند که پارامتر  $srs\text{-}SubframeConfig$  توسط لایه‌های بالاتر فراهم می‌شود. زیرقاب‌های سیگنال مرجع شناسایی، زیرقاب‌هایی هستند که رابطه  $[n_s/2] \bmod T_{SFC} \in \Delta_{SFC}$  را برآورده می‌سازند، برای ساختار قاب نوع ۲، سیگنال مرجع شناسایی تنها در زیرقاب‌های پیوند فراسو یا UpPTS ارسال می‌شود.

جدول ۳۱- پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع شناسایی ساختار قاب نوع ۱

| دودویی | دوره پیکربندی $T_{SFC}$ (زیرقاب ها) | ورنهاد ارسال $\Delta_{SFC}$ (زیرقاب ها) | srs-SubframeConfig |
|--------|-------------------------------------|---|--------------------|
| 0000   | 1                                   | {0}                                     | 0                  |
| 0001   | 2                                   | {0}                                     | 1                  |
| 0010   | 2                                   | {1}                                     | 2                  |
| 0011   | 5                                   | {0}                                     | 3                  |
| 0100   | 5                                   | {1}                                     | 4                  |
| 0101   | 5                                   | {2}                                     | 5                  |
| 0110   | 5                                   | {3}                                     | 6                  |
| 0111   | 5                                   | {0,1}                                   | 7                  |
| 1000   | 5                                   | {2,3}                                   | 8                  |
| 1001   | 10                                  | {0}                                     | 9                  |
| 1010   | 10                                  | {1}                                     | 10                 |
| 1011   | 10                                  | {2}                                     | 11                 |
| 1100   | 10                                  | {3}                                     | 12                 |
| 1101   | 10                                  | {0,1,2,3,4,6,8}                         | 13                 |
| 1110   | 10                                  | {0,1,2,3,4,5,6,8}                       | 14                 |
| 1111   | در نظر گرفته                        | در نظر گرفته                            | 15                 |



جدول ۳۲- پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع شناسایی ساختار قاب نوع ۲

| srs-SubframeConfig | دودویی | دوره پیکربندی $T_{SFC}$ (زیرقاب ها) | ورنهاده ارسال $\Delta_{SFC}$ (زیرقاب ها) |
|--------------------|--------|-------------------------------------|--|
| 0                  | 0000   | 5                                   | {1}                                      |
| 1                  | 0001   | 5                                   | {1, 2}                                   |
| 2                  | 0010   | 5                                   | {1, 3}                                   |
| 3                  | 0011   | 5                                   | {1, 4}                                   |
| 4                  | 0100   | 5                                   | {1, 2, 3}                                |
| 5                  | 0101   | 5                                   | {1, 2, 4}                                |
| 6                  | 0110   | 5                                   | {1, 3, 4}                                |
| 7                  | 0111   | 5                                   | {1, 2, 3, 4}                             |
| 8                  | 1000   | 10                                  | {1, 2, 6}                                |
| 9                  | 1001   | 10                                  | {1, 3, 6}                                |
| 10                 | 1010   | 10                                  | {1, 6, 7}                                |
| 11                 | 1011   | 10                                  | {1, 2, 6, 8}                             |
| 12                 | 1100   | 10                                  | {1, 3, 6, 9}                             |
| 13                 | 1101   | 10                                  | {1, 4, 6, 7}                             |
| 14                 | 1110   | در نظر گرفته                        | در نظر گرفته                             |
| 15                 | 1111   | در نظر گرفته                        | در نظر گرفته                             |

### ۵-۶ تولید سیگنال باند پایه SC-FDMA

این بند به همه سیگنال های فیزیکی و مجراهای فیزیکی پیوند فراسو به جز مجرای دسترسی تصادفی فیزیکی اعمال می شود.

سیگنال پیوسته در زمان  $S_l^{(p)}(t)$  برای درگاه آنتن  $p$  در نماد  $l$  از SC-FDMA در یک شکاف پیوند فراسو به صورت زیر تعریف می شود:

$$S_l^{(p)}(t) = \sum_{k=-\lfloor N_{RB}^{UL} N_{SC}^{RB} / 2 \rfloor}^{\lfloor N_{RB}^{UL} N_{SC}^{RB} / 2 \rfloor - 1} a_{k^{(-)}, l}^{(p)} e^{j2\pi(k+1/2)\Delta f(t - N_{CP, l} T_s)}$$

برای  $0 \leq t < (N_{CP, l} + N) \times T_s$  که  $k^{(-)} = k + \lfloor N_{RB}^{UL} N_{SC}^{RB} / 2 \rfloor$ ،  $N=2048$ ،  $\Delta f = 15kHz$  و  $a_{k, l}^{(p)}$  محتوای عنصر منبع  $(k, l)$  روی درگاه  $p$  آنتن است.

نمادهای SC-FDMA در یک شکاف باید با ترتیب صعودی بر حسب  $l$ ، با شروع از  $l=0$  ارسال شوند که نماد  $l > 0$  SC-FDMA در زمان  $\sum_{l'=0}^{l-1} (N_{CP, l'} + N) T_s$  در شکاف آغاز می شود.

جدول ۳۳ مقادیر  $N_{CP, l}$  که باید مورد استفاده قرار گیرد را فهرست می کند.

جدول ۳۳- پارامترهای SC-FDMA

| پیکربندی                 | طول پیشوند چرخشی $N_{CP, l}$                  |
|--------------------------|---|
| پیشوند چرخشی عادی        | 160 برای $l=0$<br>144 برای $l=1, 2, \dots, 6$ |
| پیشوند چرخشی گسترش یافته | 512 برای $l=0, 1, \dots, 5$                   |

### ۵-۷ مجرای دسترسی تصادفی فیزیکی

#### ۵-۷-۱ ساختار زمان و بسامد

مقدمه دسترسی تصادفی لایه فیزیکی<sup>۱</sup>، نشان داده شده در شکل ۶ از یک پیشوند چرخشی به طول  $T_{CP}$  و یک بخش دنباله‌ای به طول  $T_{SEQ}$  تشکیل شده است. مقادیر پارامترها در جدول ۳۴ فهرست شده‌اند و به ساختار قاب و پیکربندی دسترسی تصادفی بستگی دارند. لایه‌های بالاتر قالب مقدمه را واپایش می‌کنند.



شکل ۶- قالب مقدمه دسترسی تصادفی

جدول ۳۴- پارامترهای مقدمه دسترسی تصادفی

| $T_{SEQ}$   | $T_{CP}$   | قالب مقدمه            |
|---|------------|-----------------------|
| 24576 . Ts  | 3168 . Ts  | 0                     |
| 24576 . Ts  | 21024 . Ts | 1                     |
| 2 . 24576 . Ts  | 6240 . Ts  | 2                     |
| 2 . 24576 . Ts  | 21024 . Ts | 3                     |
| 4096 . Ts   | 448 . Ts   | 4 (یادآوری را ببینید) |
| یادآوری- فقط ساختار قاب نوع ۲ و پیکربندی های زیرقاب ویژه با طول های UpPTS برابر 4384.Ts و 5120.Ts |            |                       |

ارسال مقدمه دسترسی تصادفی اگر توسط لایه MAC راه اندازی شود، به منابع زمان و بسامد معینی محدود می‌شود. این منابع با ترتیب صعودی بر حسب شماره زیرقاب در قاب رادیویی و بستک های منبع فیزیکی در حوزه‌ی بسامد شماره‌گذاری می‌شوند به طوری که نمایه صفر به بستک و زیرقاب منبع فیزیکی با کوچکترین شماره در قاب رادیویی متناظر می‌شود. منابع PRACH در قاب رادیویی یه وسیله یک نمایه PRACH شناسایی می‌شوند که نمایه‌گذاری به ترتیب نمایش در جدول ۳۵ و جدول ۳۷ می‌باشد.

برای ساختار قاب نوع ۱ با قالب مقدمه ۰-۳، بیشینه یک منبع دسترسی تصادفی در هر زیرقاب وجود دارد. جدول ۳۵ قالب‌های مقدمه مطابق جدول ۳۴ و زیرقاب‌هایی که در آن ارسال مقدمه دسترسی تصادفی برای یک پیکربندی داده شده در ساختار قاب نوع ۱ اجازه داده شده است را فهرست می‌کند. پارامتر  $prach-ConfigurationIndex$  توسط لایه‌های بالاتر داده می‌شود. شروع مقدمه دسترسی تصادفی باید با شروع زیرقاب پیوند فراسوی متناظر در UE با فرض  $N_{TA} = 0$  همتراز شود که  $N_{TA}$  در بند ۸-۱ تعریف شده است. برای PRACH، پیکربندی‌های ۰، ۱، ۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۶۳، UE ممکن است برای اهداف دگرسپاری<sup>۲</sup>، یک مقدار مطلق تفاضل زمان نسبی بین قاب رادیویی  $i$  در سلول جاری و سلول هدف، کمتر از  $153600T_s$  فرض کند.

نخستین بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}^{RA}$  اختصاص داده شده به فرصت PRACH در نظر گرفته شده برای قالب-های مقدمه ۰، ۱، ۲، ۳ به صورت  $n_{PRB}^{RA} = n_{PRB}^{RA} offset$  تعریف می‌شود که پارامتر  $prach-$

1 - physical layer random access preamble

2 - handover

$FrequencyOffset$ ,  $n_{PRB\ offset}^{RA}$  به صورت یک شماره بستک منبع فیزیکی پیکربندی شده توسط لایه‌های بالاتر و برآوردکننده رابطه  $0 \leq n_{PRB\ offset}^{RA} \leq N_{RB}^{UL} - 6$  بیان می‌شود.

جدول ۳۵- پیکربندی دسترسی تصادفی ساختار قاب نوع ۱ برای قالب‌های مقدمه ۰-۳

| شماره زیرقاب  | شماره قاب سامانه | قالب مقدمه | نمایه پیکربندی PRACH | شماره زیرقاب            | شماره قاب سامانه | قالب مقدمه | نمایه پیکربندی PRACH |
|---------------|------------------|------------|----------------------|-------------------------|------------------|------------|----------------------|
| 1             | زوج              | 2          | 32                   | 1                       | زوج              | 0          | 0                    |
| 4             | زوج              | 2          | 33                   | 4                       | زوج              | 0          | 1                    |
| 7             | زوج              | 2          | 34                   | 7                       | زوج              | 0          | 2                    |
| 1             | هر کدام          | 2          | 35                   | 1                       | هر کدام          | 0          | 3                    |
| 4             | هر کدام          | 2          | 36                   | 4                       | هر کدام          | 0          | 4                    |
| 7             | هر کدام          | 2          | 37                   | 7                       | هر کدام          | 0          | 5                    |
| 1, 6          | هر کدام          | 2          | 38                   | 1, 6                    | هر کدام          | 0          | 6                    |
| 2, 7          | هر کدام          | 2          | 39                   | 2, 7                    | هر کدام          | 0          | 7                    |
| 3, 8          | هر کدام          | 2          | 40                   | 3, 8                    | هر کدام          | 0          | 8                    |
| 1, 4, 7       | هر کدام          | 2          | 41                   | 1, 4, 7                 | هر کدام          | 0          | 9                    |
| 2, 5, 8       | هر کدام          | 2          | 42                   | 2, 5, 8                 | هر کدام          | 0          | 10                   |
| 3, 6, 9       | هر کدام          | 2          | 43                   | 3, 6, 9                 | هر کدام          | 0          | 11                   |
| 0, 2, 4, 6, 8 | هر کدام          | 2          | 44                   | 0, 2, 4, 6, 8           | هر کدام          | 0          | 12                   |
| 1, 3, 5, 7, 9 | هر کدام          | 2          | 45                   | 1, 3, 5, 7, 9           | هر کدام          | 0          | 13                   |
| N/A           | N/A              | N/A        | 46                   | 0,1,2,3,4,5, 6, 7, 8, 9 | هر کدام          | 0          | 14                   |
| 9             | زوج              | 2          | 47                   | 9                       | زوج              | 0          | 15                   |
| 1             | زوج              | 3          | 48                   | 1                       | زوج              | 1          | 16                   |
| 4             | زوج              | 3          | 49                   | 4                       | زوج              | 1          | 17                   |
| 7             | زوج              | 3          | 50                   | 7                       | زوج              | 1          | 18                   |
| 1             | هر کدام          | 3          | 51                   | 1                       | هر کدام          | 1          | 19                   |
| 4             | هر کدام          | 3          | 52                   | 4                       | هر کدام          | 1          | 20                   |
| 7             | هر کدام          | 3          | 53                   | 7                       | هر کدام          | 1          | 21                   |
| 1, 6          | هر کدام          | 3          | 54                   | 1, 6                    | هر کدام          | 1          | 22                   |
| 2, 7          | هر کدام          | 3          | 55                   | 2, 7                    | هر کدام          | 1          | 23                   |
| 3, 8          | هر کدام          | 3          | 56                   | 3, 8                    | هر کدام          | 1          | 24                   |
| 1, 4, 7       | هر کدام          | 3          | 57                   | 1, 4, 7                 | هر کدام          | 1          | 25                   |
| 2, 5, 8       | هر کدام          | 3          | 58                   | 2, 5, 8                 | هر کدام          | 1          | 26                   |
| 3, 6, 9       | هر کدام          | 3          | 59                   | 3, 6, 9                 | هر کدام          | 1          | 27                   |
| N/A           | N/A              | N/A        | 60                   | 0, 2, 4, 6, 8           | هر کدام          | 1          | 28                   |
| N/A           | N/A              | N/A        | 61                   | 1, 3, 5, 7, 9           | هر کدام          | 1          | 29                   |
| N/A           | N/A              | N/A        | 62                   | N/A                     | N/A              | N/A        | 30                   |
| 9             | زوج              | 3          | 63                   | 9                       | زوج              | 1          | 31                   |

برای ساختار قاب نوع ۲ برای قالب‌های مقدمه ۰-۴، ممکن است منابع دسترسی تصادفی متعددی در یک زیرقاب UL (یا UpPTS برای مقدمه قالب ۴) بسته به پیکربندی UL/DL وجود داشته باشد (جدول ۲ را ببینید). جدول ۳۶ پیکربندی‌های PRACH مجاز برای ساختار قاب نوع ۲ را فهرست می‌کند که نمایه پیکربندی به ترکیب معینی از قالب مقدمه، مقدار چگالی PRACH،  $D_{RA}$  و نمایه نسخه،  $r_{RA}$  مرتبط است. پارامتر  $prach-ConfigurationIndex$  توسط لایه‌های بالاتر داده می‌شود. برای ساختار قاب نوع ۲ با پیکربندی PRACH ۰، ۱، ۲، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۸، ۴۹، ۵۰ یا با پیکربندی PRACH ۵۱، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷ در پیکربندی UL/DL ۳، ۴، ۵، UE ممکن است برای اهداف واگذاری، یک مقدار مطلق تفاضل زمان نسبی بین قاب رادیویی  $i$  در سلول جاری و سلول هدف، کمتر از  $T_S \cdot 153600$  فرض کند.

جدول ۳۶- پیکربندی‌های دسترسی تصادفی ساختار قاب نوع ۲ برای قالب‌های مقدمه ۰-۴

| نسخه<br>$r_{RA}$ | چگالی به ازای<br>10ms<br>$D_{RA}$ | قالب<br>مقدمه | نمایه پیکربندی<br>PRACH | نسخه<br>$r_{RA}$ | چگالی به ازای<br>10ms<br>$D_{RA}$ | قالب<br>مقدمه | نمایه پیکربندی<br>PRACH |
|------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|
| 2                | 0.5                               | 2             | 32                      | 0                | 0.5                               | 0             | 0                       |
| 0                | 1                                 | 2             | 33                      | 1                | 0.5                               | 0             | 1                       |
| 1                | 1                                 | 2             | 34                      | 2                | 0.5                               | 0             | 2                       |
| 0                | 2                                 | 2             | 35                      | 0                | 1                                 | 0             | 3                       |
| 0                | 3                                 | 2             | 36                      | 1                | 1                                 | 0             | 4                       |
| 0                | 4                                 | 2             | 37                      | 2                | 1                                 | 0             | 5                       |
| 0                | 5                                 | 2             | 38                      | 0                | 2                                 | 0             | 6                       |
| 0                | 6                                 | 2             | 39                      | 1                | 2                                 | 0             | 7                       |
| 0                | 0.5                               | 3             | 40                      | 2                | 2                                 | 0             | 8                       |
| 1                | 0.5                               | 3             | 41                      | 0                | 3                                 | 0             | 9                       |
| 2                | 0.5                               | 3             | 42                      | 1                | 3                                 | 0             | 10                      |
| 0                | 1                                 | 3             | 43                      | 2                | 3                                 | 0             | 11                      |
| 1                | 1                                 | 3             | 44                      | 0                | 4                                 | 0             | 12                      |
| 0                | 2                                 | 3             | 45                      | 1                | 4                                 | 0             | 13                      |
| 0                | 3                                 | 3             | 46                      | 2                | 4                                 | 0             | 14                      |
| 0                | 4                                 | 3             | 47                      | 0                | 5                                 | 0             | 15                      |
| 0                | 0.5                               | 4             | 48                      | 1                | 5                                 | 0             | 16                      |
| 1                | 0.5                               | 4             | 49                      | 2                | 5                                 | 0             | 17                      |
| 2                | 0.5                               | 4             | 50                      | 0                | 6                                 | 0             | 18                      |
| 0                | 1                                 | 4             | 51                      | 1                | 6                                 | 0             | 19                      |
| 1                | 1                                 | 4             | 52                      | 0                | 0.5                               | 1             | 20                      |
| 0                | 2                                 | 4             | 53                      | 1                | 0.5                               | 1             | 21                      |
| 0                | 3                                 | 4             | 54                      | 2                | 0.5                               | 1             | 22                      |
| 0                | 4                                 | 4             | 55                      | 0                | 1                                 | 1             | 23                      |
| 0                | 5                                 | 4             | 56                      | 1                | 1                                 | 1             | 24                      |
| 0                | 6                                 | 4             | 57                      | 0                | 2                                 | 1             | 25                      |
| N/A              | N/A                               | N/A           | 58                      | 0                | 3                                 | 1             | 26                      |
| N/A              | N/A                               | N/A           | 59                      | 0                | 4                                 | 1             | 27                      |
| N/A              | N/A                               | N/A           | 60                      | 0                | 5                                 | 1             | 28                      |
| N/A              | N/A                               | N/A           | 61                      | 0                | 6                                 | 1             | 29                      |
| N/A              | N/A                               | N/A           | 62                      | 0                | 0.5                               | 2             | 30                      |
| N/A              | N/A                               | N/A           | 63                      | 1                | 0.5                               | 2             | 31                      |

جدول ۳۷ نداشت به منابع فیزیکی برای فرصت‌های دسترسی تصادفی مختلف مورد نیاز برای یک مقدار چگالی PRACH معین،  $D_{RA}$  را فهرست می‌کند. هر چهارتایی به قالب  $(f_{RA}, t_{RA}^{(0)}, t_{RA}^{(1)}, t_{RA}^{(2)})$  مکان یک منبع دسترسی تصادفی مشخص را نشان می‌دهد که  $f_{RA}$  یک نمایه منبع بسامد در نمونه زمان در نظر گرفته شده می‌باشد،  $t_{RA}^{(0)} = 0, 1, 2$  به ترتیب نشان می‌دهد که آیا منبع در همه قاب‌های رادیویی، در قاب‌های رادیویی زوج یا در قاب‌های رادیویی فرد مجدداً رخ می‌دهد،  $t_{RA}^{(1)} = 0, 1$  به ترتیب نشان می‌دهد که آیا منبع دسترسی تصادفی در نیم قاب اول یا در نیم قاب دوم واقع شده است و  $t_{RA}^{(2)}$  شماره زیرقاب پیوند فراسو در جایی است که مقدمه آغاز می‌شود و در نخستین زیرقاب پیوند فراسو بین دو نقطه سودهی متوالی پیوند فرسو-به- پیوند فرسو از صفر می‌شمارد، به استثنای مقدمه قالب ۴ که  $t_{RA}^{(2)}$  به صورت (\*) مشخص شده است. آغاز مقدمه دسترسی تصادفی قالب‌های ۰-۳ باید با آغاز زیرقاب پیوند فراسوی متناظر در UE با فرض  $N_{TA} = 0$  همتراز شود و مقدمه دسترسی تصادفی قالب ۴ باید  $4832.T_S$  قبل از پایان UpPTS در UE آغاز شود که UpPTS به زمان‌بندی قاب پیوند فراسوی UE با فرض  $N_{TA} = 0$  ارجاع داده می‌شود.

فرصت‌های دسترسی تصادفی برای هر پیکربندی PRACH باید ابتدا در زمان و سپس در بسامد تخصیص یابند، اگر و تنها اگر هم‌تافتگری زمانی برای نگه داشتن همه فرصت‌های یک پیکربندی PRACH مورد نیاز برای یک مقدار چگالی معین  $D_{RA}$  بدون همپوشانی در زمان، کافی نباشد. برای مقدمه ۰-۳، هم‌تافتگری بسامدی باید مطابق رابطه زیر انجام شود:

$$n_{PRB}^{RA} = \begin{cases} n_{PRBoffset}^{RA} + 6 \left\lfloor \frac{f_{RA}}{2} \right\rfloor, & \text{اگر } f_{RA} \bmod 2 = 0 \\ N_{RB}^{UL} - 6 - n_{PRBoffset}^{RA} - 6 \left\lfloor \frac{f_{RA}}{2} \right\rfloor, & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که  $N_{RB}^{UL}$  تعداد بستک‌های منبع پیوند فراسوست،  $n_{PRB}^{RA}$  نخستین بستک منبع فیزیکی تخصیص یافته به فرصت PRACH در نظر گرفته شده می‌باشد و پارامتر  $n_{PRBoffset}^{RA}$  *prach-FrequencyOffset* نخستین بستک منبع فیزیکی موجود برای PRACH بیان شده به صورت یک شماره بستک منبع فیزیکی پیکربندی شده توسط لایه‌های بالاتر و برآورده کنند، رابطه  $0 \leq n_{PRBoffset}^{RA} \leq N_{RB}^{UL} - 6$  می‌باشد. برای مقدمه قالب ۴، هم‌تافتگری بسامدی باید مطابق رابطه زیر انجام شود:

$$n_{PRB}^{RA} = \begin{cases} 6f_{RA} & \text{اگر } ((n_f \bmod 2) \times (2 - N_{SP}) + t_{RA}^{(1)}) \bmod 2 = 0 \\ N_{RB}^{UL} - 6(f_{RA} + 1) & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که  $n_f$  شماره قاب سامانه است و  $N_{SP}$  تعداد سودهی DL به UL در قاب رادیویی است. هر مقدمه دسترسی تصادفی برای هر دو ساختار قاب یک پهنای باند معادل ۶ بستک منبع متوالی را اشغال می‌کند.

جدول ۳۷- نگاهت مقدمه دسترسی تصادفی ساختار قاب نوع ۲ در زمان و بسامد

| پیکربندی UL/DL (جدول ۲ را ببینید) |           |           |           |           |           |           | نمایه پیکربندی PRACH (جدول ۳۶) |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|
| 6                                 | 5         | 4         | 3         | 2         | 1         | 0         | را ببینید)                     |
| (0,1,0,2)                         | (0,1,0,0) | (0,1,0,1) | (0,1,0,2) | (0,1,0,0) | (0,1,0,1) | (0,1,0,2) | 0                              |
| (0,2,0,2)                         | (0,2,0,0) | (0,2,0,1) | (0,2,0,2) | (0,2,0,0) | (0,2,0,1) | (0,2,0,2) | 1                              |
| (0,1,1,1)                         | N/A       | (0,1,0,0) | (0,1,0,1) | (0,1,1,0) | (0,1,1,1) | (0,1,1,2) | 2                              |
| (0,0,0,2)                         | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,2) | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,2) | 3                              |
| (0,0,1,1)                         | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,2) | 4                              |
| (0,0,0,1)                         | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 5                              |
| (0,0,0,2)                         | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,2) | 6                              |
| (0,0,1,1)                         | (1,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,2) | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,2) | 7                              |
| (0,0,0,1)                         | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 8                              |
| (0,0,1,0)                         |           |           | (0,0,0,2) |           | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) |                                |
| (0,0,0,0)                         | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | 9                              |
| (0,0,1,1)                         |           |           | (0,0,0,1) |           |           | (0,0,1,0) |                                |
| (0,0,0,1)                         | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 10                             |
| (0,0,0,2)                         | (1,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) | (0,0,1,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,2) |                                |
| (0,0,1,1)                         | (2,0,0,0) | (1,0,0,1) | (0,0,0,2) | (1,0,0,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,2) |                                |
| (0,0,0,0)                         | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,0) | 11                             |
| (0,0,0,2)                         |           | (0,0,0,1) |           | (0,0,1,0) | (0,0,1,0) | (0,0,1,0) |                                |
| (0,0,1,0)                         |           | (1,0,0,0) |           | (1,0,1,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,1) |                                |
| (0,0,0,1)                         | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | 12                             |
| (0,0,1,0)                         |           |           |           |           | (0,0,0,1) |           |                                |
| (0,0,1,1)                         |           |           |           |           | (0,0,1,0) |           |                                |
| (0,0,0,1)                         | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 13                             |
| (0,0,0,2)                         | (1,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) | (0,0,1,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,2) |                                |
| (0,0,1,0)                         | (2,0,0,0) | (1,0,0,0) | (0,0,0,2) | (1,0,0,0) | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) |                                |
| (0,0,1,1)                         | (3,0,0,0) | (1,0,0,1) | (1,0,0,2) | (1,0,1,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,2) |                                |
| (0,0,0,0)                         | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | 14                             |
| (0,0,0,1)                         |           |           | (0,0,0,1) |           |           | (0,0,0,2) |                                |
| (0,0,0,2)                         |           |           | (0,0,0,2) |           |           | (0,0,1,0) |                                |
| (0,0,1,1)                         |           |           | (1,0,0,1) |           |           | (0,0,1,2) |                                |
| (0,0,0,0)                         | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | 15                             |
| (0,0,0,2)                         |           |           | (0,0,0,1) |           |           | (0,0,0,1) |                                |
| (0,0,1,0)                         |           |           | (0,0,0,2) |           |           | (0,0,1,0) |                                |
| (0,0,1,1)                         |           |           | (1,0,0,0) |           |           | (0,0,1,1) |                                |
| (0,0,0,0)                         | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | 16                             |
| (0,0,0,1)                         | (1,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) | (0,0,1,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) |                                |
| (0,0,0,2)                         | (2,0,0,0) | (1,0,0,0) | (0,0,0,2) | (1,0,0,0) | (0,0,1,0) | (0,0,0,2) |                                |
| (0,0,1,0)                         | (3,0,0,0) | (1,0,0,1) | (1,0,0,1) | (1,0,1,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,1) |                                |
| (0,0,1,1)                         | (4,0,0,0) | (2,0,0,1) | (1,0,0,2) | (2,0,0,0) | (1,0,0,1) | (0,0,1,2) |                                |
| N/A                               | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 17                             |
|                                   |           | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) | (0,0,1,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,2) |                                |
|                                   |           | (1,0,0,0) | (0,0,0,2) | (1,0,0,0) | (0,0,1,0) | (0,0,1,0) |                                |
|                                   |           | (1,0,0,1) | (1,0,0,0) | (1,0,1,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,1) |                                |
|                                   |           | (2,0,0,0) | (1,0,0,2) | (2,0,1,0) | (1,0,1,1) | (0,0,1,2) |                                |
| N/A                               | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) |                                |
|                                   |           |           | (0,0,0,1) |           | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) |                                |
|                                   |           |           | (0,0,0,2) |           | (0,0,1,0) | (0,0,0,2) |                                |
|                                   |           |           | (1,0,0,0) |           | (0,0,1,1) | (0,0,1,0) |                                |
|                                   |           |           | (1,0,0,1) |           | (1,0,0,0) | (0,0,1,2) |                                |

جدول ۳۷- ادامه

|           |           |           |           |           |           |           |         |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | (0,0,0,0) | 18      |
| (0,0,0,1) | (1,0,0,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) | (0,0,1,0) | (0,0,0,1) | (0,0,0,1) |         |
| (0,0,0,2) | (2,0,0,0) | (1,0,0,0) | (0,0,0,2) | (1,0,0,0) | (0,0,1,0) | (0,0,0,2) |         |
| (0,0,1,0) | (3,0,0,0) | (1,0,0,1) | (1,0,0,0) | (1,0,1,0) | (0,0,1,1) | (0,0,1,0) |         |
| (0,0,1,1) | (4,0,0,0) | (2,0,0,0) | (1,0,0,1) | (2,0,0,0) | (1,0,0,1) | (0,0,1,1) |         |
| (1,0,0,2) | (5,0,0,0) | (2,0,0,1) | (1,0,0,2) | (2,0,1,0) | (1,0,1,1) | (0,0,1,2) |         |
| (0,0,0,0) |           |           |           |           | (0,0,0,0) |           |         |
| (0,0,0,1) |           |           |           |           | (0,0,0,1) |           |         |
| (0,0,0,2) |           |           |           |           | (0,0,1,0) |           |         |
| (0,0,1,0) | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | (0,0,1,1) | N/A       | 19      |
| (0,0,1,1) |           |           |           |           | (1,0,0,0) |           |         |
| (1,0,1,1) |           |           |           |           | (1,0,1,0) |           |         |
| (0,1,0,1) | N/A       | (0,1,0,0) | (0,1,0,1) | N/A       | (0,1,0,0) | (0,1,0,1) | 20 / 30 |
| (0,2,0,1) | N/A       | (0,2,0,0) | (0,2,0,1) | N/A       | (0,2,0,0) | (0,2,0,1) | 21 / 31 |
| (0,1,1,0) | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | (0,1,1,0) | (0,1,1,1) | 22 / 32 |
| (0,0,0,1) | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | N/A       | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 23 / 33 |
| (0,0,1,0) | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) | 24 / 34 |
| (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 25 / 35 |
| (0,0,1,0) | N/A       | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) | N/A       | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) |         |
| (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 26 / 36 |
| (0,0,1,0) | N/A       | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) | N/A       | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) |         |
| (1,0,0,1) |           | (2,0,0,0) | (2,0,0,1) |           | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) |         |
| (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 27 / 37 |
| (0,0,1,0) | N/A       | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) | N/A       | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) |         |
| (1,0,0,1) |           | (2,0,0,0) | (2,0,0,1) |           | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) |         |
| (1,0,1,0) |           | (3,0,0,0) | (3,0,0,1) |           | (1,0,1,0) | (1,0,1,1) |         |
| (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 28 / 38 |
| (0,0,1,0) |           | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) |           | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) |         |
| (1,0,0,1) | N/A       | (2,0,0,0) | (2,0,0,1) | N/A       | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) |         |
| (1,0,1,0) |           | (3,0,0,0) | (3,0,0,1) |           | (1,0,1,0) | (1,0,1,1) |         |
| (2,0,0,1) |           | (4,0,0,0) | (4,0,0,1) |           | (2,0,0,0) | (2,0,0,1) |         |
| (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) |           | (0,0,0,0) | (0,0,0,1) | 29 / 39 |
| (0,0,1,0) |           | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) |           | (0,0,1,0) | (0,0,1,1) |         |
| (1,0,0,1) | N/A       | (2,0,0,0) | (2,0,0,1) | N/A       | (1,0,0,0) | (1,0,0,1) |         |
| (1,0,1,0) |           | (3,0,0,0) | (3,0,0,1) |           | (1,0,1,0) | (1,0,1,1) |         |
| (2,0,0,1) |           | (4,0,0,0) | (4,0,0,1) |           | (2,0,0,0) | (2,0,0,1) |         |
| (2,0,1,0) |           | (5,0,0,0) | (5,0,0,1) |           | (2,0,1,0) | (2,0,1,1) |         |
| (0,1,0,0) | N/A       | N/A       | (0,1,0,0) | N/A       | N/A       | (0,1,0,0) | 40      |
| (0,2,0,0) | N/A       | N/A       | (0,2,0,0) | N/A       | N/A       | (0,2,0,0) | 41      |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | (0,1,1,0) | 42      |
| (0,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,0,0) | 43      |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | (0,0,1,0) | 44      |
| (0,0,0,0) |           |           | (0,0,0,0) |           |           | (0,0,0,0) | 45      |
| (1,0,0,0) | N/A       | N/A       | (1,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,1,0) |         |
| (0,0,0,0) |           |           | (0,0,0,0) |           |           | (0,0,0,0) | 46      |
| (1,0,0,0) | N/A       | N/A       | (1,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,1,0) |         |
| (2,0,0,0) |           |           | (2,0,0,0) |           |           | (1,0,0,0) |         |
| (0,0,0,0) |           |           | (0,0,0,0) |           |           | (0,0,0,0) | 47      |
| (1,0,0,0) | N/A       | N/A       | (1,0,0,0) | N/A       | N/A       | (0,0,1,0) |         |
| (2,0,0,0) |           |           | (2,0,0,0) |           |           | (1,0,0,0) |         |
| (3,0,0,0) |           |           | (3,0,0,0) |           |           | (1,0,1,0) |         |

جدول ۳۷- ادامه

|           |           |           |           |           |           |           |    |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| (0,1,0,*) | (0,1,0,*) | (0,1,0,*) | (0,1,0,*) | (0,1,0,*) | (0,1,0,*) | (0,1,0,*) | 48 |
| (0,2,0,*) | (0,2,0,*) | (0,2,0,*) | (0,2,0,*) | (0,2,0,*) | (0,2,0,*) | (0,2,0,*) | 49 |
| (0,1,1,*) | N/A       | N/A       | N/A       | (0,1,1,*) | (0,1,1,*) | (0,1,1,*) | 50 |
| (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | 51 |
| (0,0,1,*) | N/A       | N/A       | N/A       | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) | 52 |
| (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | 53 |
| (0,0,1,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) |    |
| (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | 54 |
| (0,0,1,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) |    |
| (1,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) |    |
| (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | 55 |
| (0,0,1,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) |    |
| (1,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) |    |
| (1,0,1,*) | (3,0,0,*) | (3,0,0,*) | (3,0,0,*) | (1,0,1,*) | (1,0,1,*) | (1,0,1,*) |    |
| (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | 56 |
| (0,0,1,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) |    |
| (1,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) |    |
| (1,0,1,*) | (3,0,0,*) | (3,0,0,*) | (3,0,0,*) | (1,0,1,*) | (1,0,1,*) | (1,0,1,*) |    |
| (2,0,0,*) | (4,0,0,*) | (4,0,0,*) | (4,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) |    |
| (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | (0,0,0,*) | 57 |
| (0,0,1,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) | (0,0,1,*) |    |
| (1,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) | (1,0,0,*) |    |
| (1,0,1,*) | (3,0,0,*) | (3,0,0,*) | (3,0,0,*) | (1,0,1,*) | (1,0,1,*) | (1,0,1,*) |    |
| (2,0,0,*) | (4,0,0,*) | (4,0,0,*) | (4,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) | (2,0,0,*) |    |
| (2,0,1,*) | (5,0,0,*) | (5,0,0,*) | (5,0,0,*) | (2,0,1,*) | (2,0,1,*) | (2,0,1,*) |    |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | 58 |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | 59 |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | 60 |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | 61 |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | 62 |
| N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | N/A       | 63 |

یادآوری: \* UpPTS

### ۵-۷-۲ تولید دنباله مقدمه

مقدمه‌های دسترسی تصادفی از دنباله‌های Zadoff-Chu با ناحیه همبستگی<sup>۱</sup> صفر، تولید شده از یک یا چند دنباله Zadoff-Chu ریشه، تولید می‌شوند. شبکه، مجموعه دنباله‌های مقدمه‌ای که UE مجاز به استفاده است را پیکربندی می‌کند.

۶۴ مقدمه در هر سلول موجود است. مجموعه ۶۴ دنباله مقدمه در یک سلول با در بر گرفتن نخست، همه جابجایی های چرخشی موجود در یک دنباله Zadoff-Chu ریشه (با ترتیب افزایشی جابجایی چرخشی) با نمایه منطقی RACH\_ROOT\_SEQUENCE، یافت می‌شوند که RACH\_ROOT\_SEQUENCE به عنوان بخشی از اطلاعات سامانه پخش همگانی می‌شود.



دنباله‌های مقدمه اضافه شده، در حالتی که ۶۴ مقدمه نمی‌توانند از یک دنباله Zadoff-Chu ریشه واحد تولید شوند، از دنباله‌های ریشه با نمایه‌های منطقی متوالی به دست می‌آیند تا اینکه همه ۶۴ دنباله یافت شوند. ترتیب منطقی دنباله ریشه، چرخشی است: نمایه منطقی صفر پس از ۸۳۷ می‌آید. رابطه بین یک نمایه منطقی دنباله ریشه و نمایه فیزیکی دنباله ریشه  $u$  توسط جدول‌های ۴۱ و ۴۲ به ترتیب برای قالب‌های مقدمه ۰-۳ و ۴ ارائه شده است.

$u$  امین دنباله Zadoff-Chu ریشه توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$x_u(n) = e^{-j\frac{\pi un(n+1)}{N_{ZC}}}, \quad 0 \leq n \leq N_{ZC} - 1$$

که طول  $N_{ZC}$  دنباله Zadoff-Chu توسط جدول ۳۸ ارائه شده است. از  $u$  امین دنباله Zadoff-Chu ریشه، مقدمه‌های دسترسی تصادفی با نواحی همبستگی صفر به طول  $N_{ZC} - 1$  توسط جابجایی‌های چرخشی طبق رابطه زیر تعریف می‌شوند:

$$x_{u,v}(n) = x_u((n + C_v) \bmod N_{ZC})$$

که جابجایی چرخشی توسط رابطه زیر داده می‌شود:

$$C_v = \begin{cases} vN_{CS} & v = 0, 1, \dots, \lfloor N_{ZC}/N_{CS} \rfloor - 1, N_{CS} \neq 0 & \text{برای مجموعه‌های محدود نشده} \\ 0 & N_{CS} = 0 & \text{برای مجموعه‌های محدود نشده} \\ d_{start} \lfloor v/n_{shift}^{RA} \rfloor + (v \bmod n_{shift}^{RA})N_{CS} & v = 0, 1, \dots, n_{shift}^{RA}n_{group}^{RA} + \bar{n}_{shift}^{RA} - 1 & \text{برای مجموعه‌های محدود} \end{cases}$$

$N_{CS}$  و  $N_{CS}$  توسط جدول‌های ۳۹ و ۴۰ به ترتیب برای مقدمه‌های قالب ۰-۳ و ۴ ارائه می‌شود که پارامتر  $zeroCorrelationZoneConfig$  توسط لایه‌های بالاتر فراهم می‌شود. پارامتر  $High-speed-flag$  فراهم شده توسط لایه‌های بالاتر، معین می‌کند که باید مجموعه‌های نامحدود یا مجموعه‌های محدود مورد استفاده قرار گیرد.

متغیر  $d_u$  جابجایی چرخشی متناظر با یک جابجایی داپلر به اندازه  $1/T_{SEQ}$  است و توسط رابطه زیر داده می‌شود:

$$d_u = \begin{cases} p & 0 \leq p < N_{ZC}/2 \\ N_{ZC} - p & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که  $p$  کوچکترین عدد صحیح نامنفی است که در رابطه  $(pu) \bmod N_{ZC} = 1$  صدق می‌کند. پارامترها برای مجموعه‌های محدود جابجایی‌های چرخشی به  $d_u$  بستگی دارند. برای  $N_{CS} \leq d_u < N_{ZC}/3$ . پارامترها به صورت زیر ارائه می‌شوند:

$$\begin{aligned} n_{shift}^{RA} &= \lfloor d_u/N_{CS} \rfloor \\ d_{start} &= 2d_u + n_{shift}^{RA}N_{CS} \\ n_{group}^{RA} &= \lfloor N_{ZC}/d_{start} \rfloor \\ \bar{n}_{shift}^{RA} &= \max(\lfloor (N_{ZC} - 2d_u - n_{group}^{RA}d_{start})/N_{CS} \rfloor, 0) \end{aligned}$$

برای  $N_{ZC}/3 \leq d_u \leq (N_{ZC} - N_{CS})/2$  پارامترها به صورت زیر ارائه می‌شوند:

$$\begin{aligned} n_{shift}^{RA} &= \lfloor (N_{ZC} - 2d_u)/N_{CS} \rfloor \\ d_{start} &= N_{ZC} - 2d_u + n_{shift}^{RA}N_{CS} \\ n_{group}^{RA} &= \lfloor d_u/d_{start} \rfloor \\ \bar{n}_{shift}^{RA} &= \min(\max(\lfloor (d_u - n_{group}^{RA}d_{start})/N_{CS} \rfloor, 0), n_{shift}^{RA}) \end{aligned}$$

برای دیگر مقادیر  $d_u$ ، در مجموعه محدود جابجایی چرخشی وجود ندارد.

جدول ۳۸- طول دنباله مقدمه دسترسی تصادفی

| $N_{ZC}$ | قالب مقدمه |
|----------|------------|
| 839      | 0-3        |
| 139      | 4          |

جدول ۳۹-  $N_{CS}$  برای تولید مقدمه<sup>۱</sup> (مقدمه قالب‌های ۰-۳)

| مقدار $N_{CS}$ |                  | zeroCorrelationZoneConfig |
|----------------|------------------|---------------------------|
| مجموعه محدود   | مجموعه غیر محدود |                           |
| 15             | 0                | 0                         |
| 18             | 13               | 1                         |
| 22             | 15               | 2                         |
| 26             | 18               | 3                         |
| 32             | 22               | 4                         |
| 38             | 26               | 5                         |
| 46             | 32               | 6                         |
| 55             | 38               | 7                         |
| 68             | 46               | 8                         |
| 82             | 59               | 9                         |
| 100            | 76               | 10                        |
| 128            | 93               | 11                        |
| 158            | 119              | 12                        |
| 202            | 167              | 13                        |
| 237            | 279              | 14                        |
| -              | 419              | 15                        |

جدول ۴۰-  $N_{CS}$  برای تولید مقدمه (مقدمه قالب ۴)

| مقدار $N_{CS}$ | zeroCorrelationZoneConfig |
|----------------|---------------------------|
| 2              | 0                         |
| 4              | 1                         |
| 6              | 2                         |
| 8              | 3                         |
| 10             | 4                         |
| 12             | 5                         |
| 15             | 6                         |
| N/A            | 7                         |
| N/A            | 8                         |
| N/A            | 9                         |
| N/A            | 10                        |
| N/A            | 11                        |
| N/A            | 12                        |
| N/A            | 13                        |
| N/A            | 14                        |
| N/A            | 15                        |

جدول ۴۱- ترتیب دنباله Zadoff-Chu ریشه برای مقدمه قالب‌های ۳-۰

| شماره دنباله ریشه منطقی | شماره دنباله ریشه فیزیکی u (با ترتیب صعودی شماره دنباله منطقی متناظر)   |
|-------------------------|---|
| 0-23                    | 129, 710, 140, 699, 120, 719, 210, 629, 168, 671, 84, 755, 105, 734, 93, 746, 70, 769, 60, 779, 2, 837, 1, 838  |
| 24-29                   | 56, 783, 112, 727, 148, 691   |
| 30-35                   | 80, 759, 42, 797, 40, 799   |
| 36-41                   | 35, 804, 73, 766, 146, 693  |
| 42-51                   | 31, 808, 28, 811, 30, 809, 27, 812, 29, 810   |
| 52-63                   | 24, 815, 48, 791, 68, 771, 74, 765, 178, 661, 136, 703  |
| 64-75                   | 86, 753, 78, 761, 43, 796, 39, 800, 20, 819, 21, 818  |
| 76-89                   | 95, 744, 202, 637, 190, 649, 181, 658, 137, 702, 125, 714, 151, 688   |
| 90-115                  | 217, 622, 128, 711, 142, 697, 122, 717, 203, 636, 118, 721, 110, 729, 89, 750, 103, 736, 61, 778, 55, 784, 15, 824, 14, 825   |
| 116-135                 | 12, 827, 23, 816, 34, 805, 37, 802, 46, 793, 207, 632, 179, 660, 145, 694, 130, 709, 223, 616   |
| 136-167                 | 228, 611, 227, 612, 132, 707, 133, 706, 143, 696, 135, 704, 161, 678, 201, 638, 173, 666, 106, 733, 83, 756, 91, 748, 66, 773, 53, 786, 10, 829, 9, 830   |
| 168-203                 | 7, 832, 8, 831, 16, 823, 47, 792, 64, 775, 57, 782, 104, 735, 101, 738, 108, 731, 208, 631, 184, 655, 197, 642, 191, 648, 121, 718, 141, 698, 149, 690, 216, 623, 218, 621  |
| 204-263                 | 152, 687, 144, 695, 134, 705, 138, 701, 199, 640, 162, 677, 176, 663, 119, 720, 158, 681, 164, 675, 174, 665, 171, 668, 170, 669, 87, 752, 169, 670, 88, 751, 107, 732, 81, 758, 82, 757, 100, 739, 98, 741, 71, 768, 59, 780, 65, 774, 50, 789, 49, 790, 26, 813, 17, 822, 13, 826, 6, 833   |
| 264-327                 | 5, 834, 33, 806, 51, 788, 75, 764, 99, 740, 96, 743, 97, 742, 166, 673, 172, 667, 175, 664, 187, 652, 163, 676, 185, 654, 200, 639, 114, 725, 189, 650, 115, 724, 194, 645, 195, 644, 192, 647, 182, 657, 157, 682, 156, 683, 211, 628, 154, 685, 123, 716, 139, 700, 212, 627, 153, 686, 213, 626, 215, 624, 150, 689                                  |
| 328-383                 | 225, 614, 224, 615, 221, 618, 220, 619, 127, 712, 147, 692, 124, 715, 193, 646, 205, 634, 206, 633, 116, 723, 160, 679, 186, 653, 167, 672, 79, 760, 85, 754, 77, 762, 92, 747, 58, 781, 62, 777, 69, 770, 54, 785, 36, 803, 32, 807, 25, 814, 18, 821, 11, 828, 4, 835   |
| 384-455                 | 3, 836, 19, 820, 22, 817, 41, 798, 38, 801, 44, 795, 52, 787, 45, 794, 63, 776, 67, 772, 72, 767, 76, 763, 94, 745, 102, 737, 90, 749, 109, 730, 165, 674, 111, 728, 209, 630, 204, 635, 117, 722, 188, 651, 159, 680, 198, 641, 113, 726, 183, 656, 180, 659, 177, 662, 196, 643, 155, 684, 214, 625, 126, 713, 131, 708, 219, 620, 222, 617, 226, 613 |
| 456-513                 | 230, 609, 232, 607, 262, 577, 252, 587, 418, 421, 416, 423, 413, 426, 411, 428, 376, 463, 395, 444, 283, 556, 285, 554, 379, 460, 390, 449, 363, 476, 384, 455, 388, 451, 386, 453, 361, 478, 387, 452, 360, 479, 310, 529, 354, 485, 28, 511, 315, 524, 337, 502, 349, 490, 335, 504, 324, 515   |
| 514-561                 | 323, 516, 320, 519, 334, 505, 359, 480, 295, 544, 385, 454, 292, 547, 291, 548, 381, 458, 399, 440, 380, 459, 397, 42, 369, 470, 377, 462, 410, 429, 407, 432, 281, 558, 414, 425, 247, 592, 277, 562, 271, 568, 272, 567, 264, 575, 259, 580   |
| 562-629                 | 237, 602, 239, 600, 244, 595, 243, 596, 275, 564, 278, 561, 250, 589, 246, 593, 417, 422, 248, 591, 394, 445, 393, 446, 370, 469, 365, 474, 300, 539, 299, 540, 364, 475, 362, 477, 298, 541, 312, 527, 313, 526, 314, 525, 353, 486, 352, 487, 343, 496, 327, 512, 350, 489, 326, 513, 319, 520, 332, 507, 333, 506, 348, 491, 347, 492, 322, 517      |
| 630-659                 | 330, 509, 338, 501, 341, 498, 340, 499, 342, 497, 301, 538, 366, 473, 401, 438, 371, 468, 408, 431, 375, 464, 249, 590, 269, 570, 238, 601, 234, 605  |
| 660-707                 | 257, 582, 273, 566, 255, 584, 254, 585, 245, 594, 251, 588, 412, 427, 372, 467, 282, 557, 403, 436, 396, 443, 392, 447, 391, 448, 382, 457, 389, 450, 294, 545, 297, 542, 311, 528, 344, 495, 345, 494, 318, 521, 331, 508, 325, 514, 321, 518  |
| 708-729                 | 346, 493, 339, 500, 351, 488, 306, 533, 289, 550, 400, 439, 378, 461, 374, 465, 415, 424, 270, 569, 241, 598  |
| 730-751                 | 231, 608, 260, 579, 268, 571, 276, 563, 409, 430, 398, 441, 290, 549, 304, 535, 308, 531, 358, 481, 316, 523  |
| 752-765                 | 293, 546, 288, 551, 284, 555, 368, 471, 253, 586, 256, 583, 263, 576  |
| 766-777                 | 242, 597, 274, 565, 402, 437, 383, 456, 357, 482, 329, 510  |
| 778-789                 | 317, 522, 307, 532, 286, 553, 287, 552, 266, 573, 261, 578  |
| 790-795                 | 236, 603, 303, 536, 356, 483  |
| 796-803                 | 355, 484, 405, 434, 404, 435, 406, 433  |
| 804-809                 | 235, 604, 267, 572, 302, 537  |
| 810-815                 | 309, 530, 265, 574, 233, 606  |
| 816-819                 | 367, 472, 296, 543  |
| 820-837                 | 336, 503, 305, 534, 373, 466, 280, 559, 279, 560, 419, 420, 240, 599, 258, 581, 229, 610  |

جدول ۴۲- ترتیب دنباله Zadoff-Chu ریشه برای مقدمه قالب ۴

| شماره دنباله ریشه منطقی (با ترتیب صعودی شماره دنباله منطقی متناظر) |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    | شماره دنباله ریشه منطقی |
|--|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-------------------------|
| 129  | 10 | 130 | 9  | 131 | 8  | 132 | 7  | 133 | 6  | 134 | 5  | 135 | 4  | 136 | 3  | 137 | 2  | 138 | 1  | 0-19                    |
| 119  | 20 | 120 | 19 | 121 | 18 | 122 | 17 | 123 | 16 | 124 | 15 | 125 | 14 | 126 | 13 | 127 | 12 | 128 | 11 | 20-39                   |
| 109  | 30 | 110 | 29 | 111 | 28 | 112 | 27 | 113 | 26 | 114 | 25 | 115 | 24 | 116 | 23 | 117 | 22 | 118 | 21 | 40-59                   |
| 99   | 40 | 100 | 39 | 101 | 38 | 102 | 37 | 103 | 36 | 104 | 35 | 105 | 34 | 106 | 33 | 107 | 32 | 108 | 31 | 60-79                   |
| 89   | 50 | 90  | 49 | 91  | 48 | 92  | 47 | 93  | 46 | 94  | 45 | 95  | 44 | 96  | 43 | 97  | 42 | 98  | 41 | 80-99                   |
| 79   | 60 | 80  | 59 | 81  | 58 | 82  | 57 | 83  | 56 | 84  | 55 | 85  | 54 | 86  | 53 | 87  | 52 | 88  | 51 | 100-119                 |
| -  | -  | 70  | 69 | 71  | 68 | 72  | 67 | 73  | 66 | 74  | 65 | 75  | 64 | 76  | 63 | 77  | 62 | 78  | 61 | 120-137                 |
| N/A  |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    | 138-837                 |

۵-۷-۳ تولید سیگنال باند پایه

سیگنال دسترسی تصادفی پیوسته در زمان  $s(t)$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$s(t) = \beta_{PRACH} \sum_{k=0}^{N_{ZC}-1} \sum_{n=0}^{N_{ZC}-1} x_{u,v}(n) \cdot e^{-j \frac{2\pi nk}{N_{ZC}}} \cdot e^{j 2\pi (k + \varphi + K(k_0 + 1/2)) \Delta f_{RA} (t - T_{CP})}$$

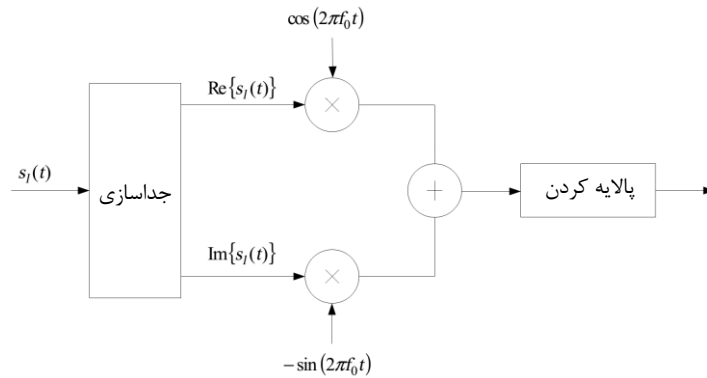
که  $\beta_{PRACH}$  یک ضریب مقیاس‌بندی دامنه به منظور تطبیق با توان ارسالی  $P_{PRACH}$  مشخص شده در بند ۶.۱ در [4] 3 GPP TS 36.213 است و  $k_0 = n_{PRB}^{RA} N_{SC}^{RB} - N_{RB}^{UL} N_{SC}^{RB} / 2$  مکان در حوزه‌ی بسامد توسط پارامتر  $n_{PRB}^{RA}$  استخراج شده از بند ۵-۷-۱ واپایش می‌شود. ضریب  $K = \Delta f / \Delta f_{RA}$  تفاوت در فاصله زیر حامل بین مقدمه دسترسی تصادفی و ارسال داده پیوند فراسو را تشکیل می‌دهد. متغیر  $\Delta f_{RA}$  فاصله زیر حامل برای مقدمه دسترسی تصادفی، و متغیر  $\varphi$  یک ورنهاد ثابت تعیین کننده مکان حوزه‌ی بسامد مقدمه دسترسی تصادفی در بستک های منبع فیزیکی، هر دو توسط جدول ۴۳ ارائه می‌شوند.

جدول ۴۳- پارامترهای باند پایه دسترسی تصادفی

| $\varphi$ | $\Delta f_{RA}$ | قالب مقدمه |
|-----------|-----------------|------------|
| 7         | 1250 Hz         | 0-3        |
| 2         | 7500 Hz         | 4          |

۵-۸ مدوله‌سازی و افزایش بسامد<sup>۱</sup>

مدوله‌سازی و افزایش بسامد به بسامد حامل در سیگنال باند پایه مختلط مقدار SC-FDMA برای هر درگاه آنتن یا سیگنال باند پایه مختلط مقدار PRACH در شکل ۷ نشان داده شده است. پالایه کردن لازم قبل از ارسال توسط الزامات در [7] 3 GPP TS 36.101 تعریف شده است.



شکل ۷- مدوله‌سازی پیوند فراسو

## ۶ پیوند فرسو

### ۱-۶ مرور کلی

کوچکترین واحد زمان-بسامد برای ارسال پیوند فرسو یک عنصر منبع نامگذاری می‌شود و در بند ۶-۲-۲-۲ تعریف می‌شود.

یک زیر مجموعه از زیرقاب‌های پیوند فرسو در یک قاب رادیویی روی یک حامل پشتیبانی کننده ارسال PDSCH می‌تواند به صورت زیرقاب‌های MBSFN توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی شود. هر زیرقاب MBSFN به یک ناحیه غیر MBSFN و یک ناحیه MBSFN تقسیم می‌شود.

- ناحیه غیر MBSFN اولین نماد یا دو نماد اول OFDM در یک زیرقاب MBSFN را شامل می‌شود که طول ناحیه غیر MBSFN مطابق زیر بند ۶-۷ ارائه می‌شود.

- ناحیه MBSFN در یک زیرقاب MBSFN به صورت نمادهای OFDM که برای ناحیه غیر MBSFN به کار گرفته نشده‌اند، تعریف می‌شود.

ارسال در هر زیرقاب پیوند فرسو باید همان طول پیشوند چرخشی به کار گرفته شده برای زیرقاب پیوند فرسوی شماره صفر (0) را به کار برد، مگر اینکه خلاف آن مشخص شود.

### ۱-۱-۶ مجراهای فیزیکی

یک مجرای فیزیکی پیوند فرسو عبارت است از مجموعه‌ای از عنصرهای منبع حامل اطلاعات نشأت گرفته از لایه‌های بالاتر و واسط تعریف شده بین [3] 3GPP TS 36.212 و این استاندارد 3GPP TS 36.211 می‌باشد.

مجراهای فیزیکی پیوند فرسوی ذیل تعریف می‌شوند:

- مجرای اشتراکی پیوند فرسوی فیزیکی، PDSCH<sup>۱</sup>

- مجرای پخش همگانی فیزیکی، PBCH<sup>۲</sup>

- مجرای چندپخشی فیزیکی، PMCH<sup>۳</sup>

1 - Physical Downlink Shared Channel

2 - Physical Broadcast Channel

3 - Physical Multicast Channel

- مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی، PCFICH<sup>۱</sup>
- مجرای پیوند فرسوی فیزیکی، PDCCH<sup>۲</sup>
- مجرای نشانگر ترکیبی فیزیکی، PHICH<sup>۳</sup>
- مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی بهبود یافته، EPDCCH<sup>۴</sup>

## ۲-۱-۶ سیگنال های فیزیکی

یک سیگنال پیوند فرسو عبارت از یک مجموعه از عنصرهای منبع استفاده شده توسط لایه فیزیکی است که حامل اطلاعات نشأت گرفته از لایه های بالاتر نیستند. سیگنال های فیزیکی پیوند فرسوی ذیل تعریف می-شوند:

- سیگنال مرجع
- سیگنال همزمان سازی
- سیگنال اکتشاف

## ۲-۶ ساختار شکاف و عنصرهای منبع فیزیکی

### ۱-۲-۶ شبکه منبع

سیگنال ارسال شده در هر شکاف توسط یک یا چند شبکه منبع با  $N_{RB}^{DL} N_{SC}^{RB}$  زیر حامل و  $N_{Symb}^{DL}$  نماد OFDM توصیف می شود. ساختار شبکه منبع در شکل ۸ نشان داده شده است. کمیت  $N_{RB}^{DL}$  به پهنای باند ارسال پیوند فرسو پیکربندی شده در سلول بستگی دارد و باید در رابطه زیر صدق کند:

$$N_{RB}^{min,DL} \leq N_{RB}^{DL} \leq N_{RB}^{max,DL}$$

که  $N_{RB}^{min,DL} = 6$  و  $N_{RB}^{max,DL} = 110$  به ترتیب کوچکترین و بزرگترین پهنای باندهای پیوند فرسو پشتیبانی شده توسط نسخه جاری این استاندارد، می باشند.

مجموعه مقادیر مجاز برای  $N_{RB}^{DL}$  توسط [6] 3GPP TS 36.104 ارائه شده است. تعداد نمادهای OFDM در یک شکاف به طول پیشوند چرخشی و فاصله زیرحامل های پیکربندی شده بستگی دارد و در جدول ۴۴ ارائه شده است.

یک درگاه آنتن طوری تعریف می شود که مجرای که روی آن یک نماد درگاه آنتن انتقال داده می شود بتواند از مجرای که روی آن یک نماد دیگر در همان درگاه آنتن انتقال داده می شود، استنتاج شود. برای سیگنال های مرجع MBSFN، سیگنال های مرجع موقعیت یابی، سیگنال های مرجع خاص UE مربوط به PDSCH و سیگنال های مرجع و امده سازی مربوط به EPDCCH، حدهایی ارائه شده در ذیل وجود دارد که در آن، مجرا می تواند از یک نماد به نماد دیگر در همان درگاه آنتن استنتاج شود. یک شبکه منبع به ازای

---

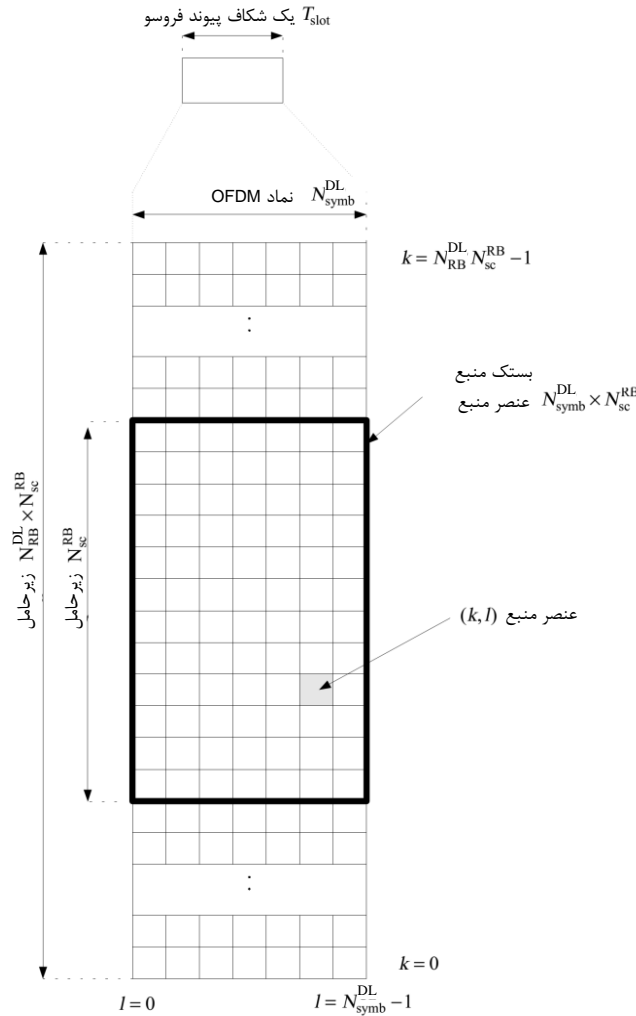
1 - Physical Control Format Indicator Channel  
 2 - Physical Downlink Control Channel  
 3 - Physical Hybrid ARQ Indicator Channel  
 4 - Enhanced Physical Downlink Control Channel

هر درگاه آنتن وجود دارد. مجموعه درگاه‌های آنتن پشتیبانی شده به پیکربندی سیگنال مرجع در سلول بستگی دارد:

- سیگنال‌های مرجع خاص سلول یک پیکربندی از یک، دو یا چهار درگاه آنتن را پشتیبانی می‌کنند و به ترتیب در درگاه‌های آنتن  $p = 0$ ،  $p \in \{0,1\}$  و  $p \in \{0,1,2,3\}$  ارسال می‌شوند.
  - سیگنال‌های مرجع MBSFN در درگاه آنتن  $p = 4$  ارسال می‌شوند. مجرایبی که روی آن یک نماد در درگاه آنتن  $p = 4$  انتقال داده می‌شود، می‌تواند از مجرایبی روی آن یک نماد دیگر در همان درگاه آنتن انتقال داده می‌شود، استنتاج شود، تنها در صورتی که دو نماد به زیرقاب‌هایی از ناحیه MBSFN یکسان مربوط باشند.
  - سیگنال‌های مرجع خاص UE مربوط به PDSCH در درگاه (های) آنتن  $p = 5$ ،  $p = 7$ ،  $p = 8$  یا یک یا چند تا از  $p \in \{7,8,9,10,11,12,13,14\}$  ارسال می‌شوند. مجرایبی که روی آن یک نماد در یک درگاه یا این درگاه‌های آنتن انتقال داده می‌شود می‌تواند از مجرایبی که روی آن نماد دیگری در همان درگاه آنتن انتقال داده می‌شود، استنتاج شود، تنها در صورتی که هنگامی که خدمات‌دهی در PRB به کار می‌رود، دو نماد در زیرقاب یکسان باشند و هنگامی که خدمات‌دهی در PRB به کار نمی‌رود، در جفت PRB یکسان باشند.
  - سیگنال‌های مرجع و ام‌دوله‌سازی مربوط به EPDCCH روی یک یا چند تا از  $p \in \{107,108,109,110\}$  ارسال می‌شوند. مجرایبی که روی آن یک نماد روی یکی از این درگاه‌های آنتن انتقال داده می‌شود، می‌تواند از مجرایبی روی آن یک نماد دیگر در همان درگاه آنتن انتقال داده می‌شود، استنتاج شود، تنها در صورتی که دو نماد در جفت PRB یکسانی باشند.
  - سیگنال‌های مرجع موقعیت یابی در درگاه آنتن  $p = 6$  ارسال می‌شوند. تنها در یک فرصت سیگنال مرجع موقعیت یابی متشکل از  $N_{PRS}$  زیرقاب‌های پیوند فرسوی متوالی، که  $N_{PRS}$  توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی می‌شود، مجرایبی که روی آن یک نماد در درگاه آنتن  $p = 6$  انتقال داده می‌شود می‌تواند از مجرایبی که روی آن نماد دیگری در همان درگاه آنتن انتقال داده می‌شود استنتاج شود.
  - سیگنال‌های مرجع CSI یک پیکربندی از یک، دو، چهار یا هشت درگاه آنتن پشتیبانی می‌کنند و به ترتیب در درگاه‌های آنتن  $p=15$ ،  $p=15,16$ ،  $p=15,18$  و  $p=15, \dots, 22$  ارسال می‌شوند.
- دو درگاه آنتن شبه هم‌مکان گفته می‌شوند اگر خصوصیات عمده مجرایبی که روی آن یک نماد در یک درگاه آنتن انتقال داده می‌شود بتواند از مجرایبی که روی آن یک نماد در درگاه آنتن دیگر انتقال داده می‌شود، استنتاج شود. مشخصات عمده شامل یک یا چند مورد از گسترش تاخیر، گسترش داپلر، جابجایی داپلر، بهره‌ی متوسط و تاخیر متوسط می‌شود.

### ۲-۲-۶ عنصرهای منبع<sup>۱</sup>

هر عنصر در شبکه منبع برای درگاه آنتن  $p$  یک عنصر منبع نامیده می‌شود و در یک شکاف به طور یکتا با جفت نمایه  $(k, l)$  مشخص می‌شود که  $k = 0, \dots, N_{RB}^{DL} N_{sc}^{RB} - 1$  و  $l = 0, \dots, N_{symb}^{DL}$  به ترتیب نمایه‌های حوزه‌ی بسامد و زمان می‌باشند. عنصر منبع  $(k, l)$  در درگاه آنتن  $p$  به مقدار مختلط  $a_{k,l}^{(p)}$  متناظر می‌شود. وقتی نگرانی از ابهام وجود نداشته باشد یا هیچ درگاه آنتن خاصی وجود نداشته باشد، نمایه  $p$  ممکن است حذف شود.



شکل ۸- شبکه منبع پیوند فرسو

### ۳-۲-۶ بستک های منبع

بستک های منبع برای توصیف نگاشت مجراهای فیزیکی معینی به عنصرهای منبع به کار می‌روند. بستک های منبع فیزیکی و مجازی تعریف می‌شوند.



یک بستک منبع فیزیکی به صورت  $N_{symb}^{DL}$  نماد متوالی OFDM در حوزه‌ی زمان و  $N_{sc}^{RB}$  زیرحامل متوالی در حوزه‌ی بسامد تعریف می‌شود که  $N_{sc}^{RB}$  و  $N_{symb}^{DL}$  توسط جدول ۴۴ ارائه شده‌اند. بنابراین یک بستک منبع فیزیکی شامل  $N_{symb}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$  عنصر منبع، متناظر با یک شکاف در حوزه زمان و 180 kHz در حوزه بسامد می‌باشد.

بستک های منبع فیزیکی از ۰ (صفر) تا  $N_{RB}^{DL} - 1$  در حوزه بسامد شماره گذاری می‌شوند. رابطه بین تعداد بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  در حوزه بسامد و عنصرهای منبع  $(k,l)$  در یک شکاف به صورت رابطه زیر بیان می‌شود:

$$n_{PRB} = \left\lfloor \frac{k}{N_{sc}^{RB}} \right\rfloor$$

جدول ۴۴- پارامترهای بستک های منبع فیزیکی

| $N_{symb}^{DL}$ | $N_{sc}^{RB}$ | پیکربندی                    |                          |
|-----------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|
| 7               | 12            | $\Delta f = 15 \text{ kHz}$ | پیشوند چرخشی عادی        |
| 6               |               | $\Delta f = 15 \text{ kHz}$ | پیشوند چرخشی گسترش یافته |
| 3               | 24            | $\Delta f = 15 \text{ kHz}$ |                          |

یک جفت بستک منبع فیزیکی به صورت دو بستک منبع فیزیکی در یک زیر قاب تعریف می‌شود که شماره بستک منبع فیزیکی یکسان  $n_{PRB}$  دارند.

یک بستک منبع مجازی به همان اندازه‌ی بستک منبع فیزیکی است. دو نوع از بستک های منبع مجازی تعریف می‌شوند:

- بستک های منبع مجازی نوع متمرکز

- بستک های منبع مجازی نوع توزیع شده

برای هر نوع از بستک های منبع مجازی، یک زوج بستک منبع مجازی روی دو شکاف در یک زیرقاب به همراه یک شماره بستک منبع مجازی واحد  $n_{VRB}$  اختصاص داده می‌شود.

#### ۱-۳-۲-۶ بستک های منبع مجازی نوع متمرکز

بستک های منبع مجازی نوع متمرکز مستقیماً به بستک های منبع فیزیکی نگاشت می‌شوند به طوری که بستک منبع مجازی  $n_{VRB}$  به بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB} = n_{VRB}$  متناظر می‌شود. بستک های منبع مجازی

از ۰ تا  $N_{VRB}^{DL} - 1$  شماره گذاری می‌شوند، که  $N_{RB}^{DL} = N_{VRB}^{DL}$ .

#### ۲-۳-۲-۶ بستک های منبع مجازی نوع توزیع شده

بستک های منبع مجازی نوع توزیع شده همانطور که در زیر بیان شده به بستک های منبع فیزیکی نگاشت می‌شوند.

جدول ۴۵ - مقادیر فاصله RB

| فاصله ( $N_{gap}$ )       |                                 | BW سامانه ( $N_{RB}^{DL}$ ) |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| فاصله دوم ( $N_{gap,2}$ ) | فاصله اول ( $N_{gap,1}$ )       |                             |
| N/A                       | $\lfloor N_{RB}^{DL}/2 \rfloor$ | 6-10                        |
| N/A                       | 4                               | 11                          |
| N/A                       | 8                               | 12-19                       |
| N/A                       | 12                              | 20-26                       |
| N/A                       | 18                              | 27-44                       |
| N/A                       | 27                              | 45-49                       |
| 9                         | 27                              | 50-63                       |
| 16                        | 32                              | 64-79                       |
| 16                        | 48                              | 80-110                      |

پارامتر  $N_{gap}$  توسط جدول ۴۵ ارائه شده است. برای  $6 \leq N_{RB}^{DL} \leq 49$ ، تنها یک مقدار فاصله  $N_{gap,1}$  تعریف می‌شود و  $N_{gap} = N_{gap,1}$  برای  $50 \leq N_{RB}^{DL} \leq 110$  دو مقدار فاصله  $N_{gap,1}$  و  $N_{gap,2}$  تعریف می‌شوند که  $N_{gap} = N_{gap,1}$  یا  $N_{gap} = N_{gap,2}$  به عنوان بخشی از واگذاری زمان بندی پیوند فروسو همانطور که در [3] 3GPP TS 36.212 توصیف شده است، مخابره می‌شود.

بستک های منبع مجازی نوع توزیع شده از صفر تا  $N_{VRB}^{DL} - 1$  شماره گذاری می‌شوند که برای  $N_{gap} = N_{gap,1}$ ،  $N_{VRB}^{DL} = N_{VRB, gap1}^{DL} = 2 \cdot \min(N_{gap}, N_{RB}^{DL} - N_{gap})$  و برای  $N_{gap} = N_{gap,2}$ ،  $N_{VRB}^{DL} = N_{VRB, gap2}^{DL} = \lfloor N_{RB}^{DL}/2N_{gap} \rfloor \cdot 2N_{gap}$

شماره  $\tilde{N}_{VRB}^{DL}$  VRB متوالی یک واحد جاگذاری شماره VRB تشکیل می‌دهد که برای  $N_{gap} = N_{gap,1}$  و  $\tilde{N}_{VRB}^{DL} = N_{VRB}^{DL}$  و برای  $N_{gap} = N_{gap,2}$ ،  $\tilde{N}_{VRB}^{DL} = 2N_{gap}$ ، جاگذاری شماره های VRB هر واحد جاگذاری کننده با ۴ ستون و  $N_{row}$  سطر انجام می‌گیرد که  $P = \lfloor \tilde{N}_{VRB}^{DL}/(4P) \rfloor$  و  $N_{row}$  همانطور که در [4] 3GPP TS 36.213 توصیف شده، اندازه RBG است. شماره های VRB به صورت سطر به سطر در ماتریس مستطیلی نوشته شده و به صورت ستون به ستون خوانده می‌شوند.  $N_{null}$  جای خالی در آخرین  $N_{null}/2$  سطر از ستون دوم و چهارم قرار داده می‌شود که  $N_{null} = 4N_{row} - \tilde{N}_{VRB}^{DL}$ .

جاهای خالی هنگام خواندن در نظر گرفته نمی‌شوند. شماره های VRB نگاشت کننده به شماره های PRB شامل جاگذاری به صورت زیر استخراج می‌شوند:

برای شکاف شماره زوج  $n_s$ :

$$\tilde{n}_{PRB}(n_s) = \begin{cases} \tilde{n}'_{PRB} - N_{row} & , N_{null} \neq 0 \text{ و } \tilde{n}_{VRB} \geq \tilde{N}_{VRB}^{DL} - N_{null} \text{ و } \tilde{n}_{VRB} \bmod 2 = 1 \\ \tilde{n}'_{PRB} - N_{row} + N_{null}/2 & , N_{null} \neq 0 \text{ و } \tilde{n}_{VRB} \geq \tilde{N}_{VRB}^{DL} - N_{null} \text{ و } \tilde{n}_{VRB} \bmod 2 = 0 \\ \tilde{n}''_{PRB} - N_{null}/2 & , N_{null} \neq 0 \text{ و } \tilde{n}_{VRB} \geq \tilde{N}_{VRB}^{DL} - N_{null} \text{ و } \tilde{n}_{VRB} \bmod 4 \geq 2 \\ \tilde{n}''_{PRB} & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

که  $\tilde{n}'_{PRB} = 2N_{row} \cdot (\tilde{n}_{VRB} \bmod 2) + \lfloor \tilde{n}_{VRB}/2 \rfloor + \tilde{N}_{VRB}^{DL} \cdot \lfloor n_{VRB}/\tilde{N}_{VRB}^{DL} \rfloor$

و  $\tilde{n}''_{PRB} = N_{row} \cdot (\tilde{n}_{VRB} \bmod 4) + \lfloor \tilde{n}_{VRB}/4 \rfloor + \tilde{N}_{VRB}^{DL} \cdot \lfloor n_{VRB}/\tilde{N}_{VRB}^{DL} \rfloor$

که  $\tilde{n}_{VRB} = n_{VRB} \bmod \tilde{N}_{VRB}^{DL}$  و همانطور که در [4] 3GPP TS 36.213 توصیف شده از واگذاری زمان بندی پیوند فرسو به دست می آید.

برای شماره شکاف  $n_s$  فرد:

$$\tilde{n}_{PRB}(n_s) = (\tilde{n}_{PRB}(n_s - 1) + \tilde{N}_{VRB}^{DL}/2) \bmod \tilde{N}_{VRB}^{DL} + \tilde{N}_{VRB}^{DL} \cdot \lfloor n_{VRB} / \tilde{N}_{VRB}^{DL} \rfloor$$

سپس برای همه  $n_s$  ها:

$$n_{PRB}(n_s) = \begin{cases} \tilde{n}_{PRB}(n_s) & \tilde{n}_{PRB}(n_s) < \tilde{N}_{VRB}^{DL}/2 \\ \tilde{n}_{PRB}(n_s) + N_{gap} - \tilde{N}_{VRB}^{DL}/2, & \tilde{n}_{PRB}(n_s) \geq \tilde{N}_{VRB}^{DL}/2 \end{cases}$$

#### ۴-۲-۶ گروه های عنصر منبع

گروه های عنصر منبع برای تعیین نگاشت مجراهای واپایش به عنصرهای منبع به کار می روند. یک گروه عنصر منبع توسط جفت نمایه  $(k, l)$  از عنصر منبع با کمترین نمایه  $k$  در گروه در حالی که همه عنصرهای منبع در گروه مقدار  $l$  یکسان دارند، نمایش داده می شود.

مجموعه عنصرهای منبع  $(k, l)$  در یک گروه عنصر منبع به تعداد سیگنال های مرجع خاص سلول پیکربندی شده به صورت بیان شده در ذیل بستگی دارد:

$$k_0 = n_{PRB} \cdot N_{SC}^{RB}, \quad 0 \leq n_{PRB} < N_{RB}^{DL}$$

- در نماد OFDM اول شکاف اول در یک زیرقاب دو گروه عنصر منبع در بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  از عنصرهای منبع  $(k, l=0)$  تشکیل شده اند که به ترتیب  $k = k_0 + 0, k_0 + 1, \dots, k_0 + 5$  و  $k = k_0 + 6, k_0 + 7, \dots, k_0 + 11$
- در نماد OFDM دوم شکاف اول در یک زیرقاب در حالتی که یک یا دو سیگنال مرجع خاص سلول، پیکربندی شده اند، سه گروه عنصر منبع در بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  از عنصرهای منبع  $(k, l=1)$  به ترتیب با  $k = k_0 + 0, k_0 + 1, \dots, k_0 + 3$  و  $k = k_0 + 4, k_0 + 5, \dots, k_0 + 7$  و  $k = k_0 + 8, k_0 + 9, \dots, k_0 + 11$  تشکیل شده است.
- در نماد OFDM دوم شکاف اول در یک زیرقاب در حالتی که چهار سیگنال مرجع خاص سلول پیکربندی شده اند، دو گروه عنصر منبع در بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  از عنصرهای منبع  $(k, l=1)$  به ترتیب با  $k = k_0 + 0, k_0 + 1, \dots, k_0 + 5$  و  $k = k_0 + 6, k_0 + 7, \dots, k_0 + 11$  تشکیل شده اند.
- در نماد OFDM سوم شکاف اول در یک زیرقاب، سه گروه عنصر منبع در بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  از عنصرهای منبع  $(k, l=2)$  به ترتیب با  $k = k_0 + 0, k_0 + 1, \dots, k_0 + 3$  و  $k = k_0 + 4, k_0 + 5, \dots, k_0 + 7$  و  $k = k_0 + 8, k_0 + 9, \dots, k_0 + 11$  تشکیل شده اند.
- در نماد OFDM چهارم شکاف اول در یک زیرقاب در حالت پیشوند چرخشی عادی، سه گروه عنصر منبع در بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  از عنصرهای منبع  $(k, l=3)$  به ترتیب با  $k = k_0 + 0, k_0 + 1, \dots, k_0 + 3$  و  $k = k_0 + 4, k_0 + 5, \dots, k_0 + 7$  و  $k = k_0 + 8, k_0 + 9, \dots, k_0 + 11$  تشکیل شده اند.

- در نماد OFDM چهارم شکاف اول در یک زیرقالب در حالت پیشوند چرخشی گسترش یافته، دو گروه عنصر منبع در بستک منبع فیزیکی  $m_{PRB}$  از عنصرهای منبع  $(k,l=3)$  به ترتیب با  $k = k_0 + 0, k_0 + 1, \dots, k_0 + 5$  و  $k = k_0 + 6, k_0 + 7, \dots, k_0 + 11$  تشکیل شده‌اند.

نگاشت چهارگانه نماد  $\langle z(i), z(i+1), z(i+2), z(i+3) \rangle$  به یک گروه عنصر منبع نشان داده شده با عنصر منبع  $(k',l')$  طوری تعریف شده است که عنصرهای  $z(i)$  به عنصرهای منبع  $(k,l)$  از گروه عنصر منبعی که برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول استفاده نشده است، به ترتیب صعودی  $i$  و  $k$  نگاشت می‌شوند. در حالتی که تنها یک سیگنال مرجع خاص سلول پیکربندی می‌شود، باید فرض شود سیگنال‌های مرجع خاص سلول در درگاه‌های آنتن صفر و یک به منظور نگاشت یک چهارگانه نماد به یک گروه عنصر منبع حضور دارند، در غیر این صورت تعداد سیگنال‌های مرجع خاص سلول باید مساوی با تعداد واقعی درگاه‌های آنتن استفاده شده برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول، فرض شود. UE نباید هیچ فرضی درباره‌ی عنصر-های منبعی که فرض شده برای سیگنال‌های مرجع در نظر گرفته شده‌اند ولی برای ارسال یک سیگنال مرجع استفاده نشده‌اند، انجام دهد.

#### ۶-۲-۴ الف گروه‌های عنصر منبع بهبود یافته (EREGها)

EREGها برای تعریف نگاشت مجراهای واپایش بهبود یافته به عنصرهای منبع به کار می‌روند. EREG شماره گذاری شده از ۰ تا ۱۵ به ازای هر جفت بستک منبع فیزیکی وجود دارد. همه عنصرهای منبع به جز عنصرهای منبع حامل DM-RS برای درگاه‌های آنتن  $p=\{107,108,109,110\}$  برای پیشوند چرخشی عادی یا  $p=\{107,108\}$  برای پیشوند چرخشی گسترش یافته، در یک جفت بستک منبع فیزیکی را به صورت چرخشی از ۰ تا ۱۵ با ترتیب صعودی، نخست بر حسب بسامد و سپس زمان، شماره گذاری کنید. همه عنصرهای منبع با عدد  $i$  در آن جفت بستک منبع فیزیکی EREG شماره  $i$  را تشکیل می‌دهند.

#### ۶-۲-۵ دوره‌ی محافظ برای عملیات FDD دوطرفه نیمه کامل

برای عملیات FDD دوطرفه نیمه کامل نوع A، یک دوره‌ی محافظ توسط UE با موارد زیر ایجاد می‌شود:

- دریافت نکردن آخرین بخش یک زیرقالب پیوند فرسو که بلافاصله مقدم بر یک زیرقالب پیوند فراسو از همان UE قرار دارد.
- برای عملیات FDD دوطرفه نیمه کامل نوع B، دوره‌های محافظ که هر کدام به عنوان زیرقالب محافظ دوطرفه نیمه کامل نامیده می‌شوند، توسط UE با موارد زیر ایجاد می‌شوند:
- دریافت نکردن یک زیرقالب پیوند فرسو که بلافاصله مقدم بر یک زیرقالب پیوند فراسو از همان UE قرار دارد، و
- دریافت نکردن یک زیرقالب پیوند فرسو که بلافاصله قبل از یک زیرقالب پیوند فراسو از همان UE قرار دارد.

## ۶-۲-۶ دوره‌ی محافظ<sup>۱</sup> برای عملیات TDD

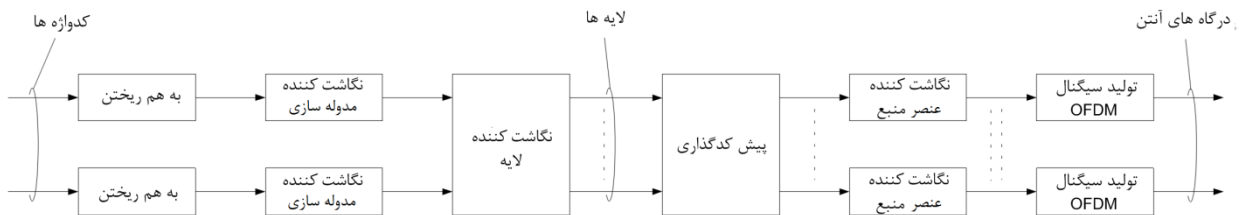
برای ساختار قاب نوع ۲، فیلد GP در شکل ۲ به عنوان یک دوره‌ی محافظ رفتار می‌کند.

### ۳-۶ ساختار کلی برای مجراهای فیزیکی پیوند فروسو

این بند یک ساختار کلی قابل اعمال به بیش از یک مجرای فیزیکی را توصیف می‌کند.

سیگنال باند پایه نشان‌دهنده یک مجرای فیزیکی پیوند فروسو بر حسب مراحل زیر تعریف می‌شود:

- به هم ریختن بیت‌های کد شده در هر کدام از کدواژه‌هایی که قرار است روی یک مجرای فیزیکی ارسال شود
- مدوله‌سازی بیت‌های به هم ریخته برای تولید نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار
- نگاشت نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار به یک یا چند لایه ارسال
- پیش‌کدگذاری نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار در هر لایه برای ارسال در درگاه‌های آنتن
- نگاشت نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار برای هر درگاه آنتن به عنصرهای منبع
- تولید سیگنال OFDM حوزه‌ی زمان مختلط مقدار برای هر درگاه آنتن



شکل ۹- مرور کلی پردازش مجرای فیزیکی

### ۱-۳-۶ به هم ریختن

برای هر کدواژه  $q$ ، بستک بیت‌های  $b^{(q)}(0), \dots, b^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1)$  که  $M_{bit}^{(q)}$  تعداد بیت‌ها در کدواژه  $q$  ارسال شده روی مجرای فیزیکی در یک زیرقاب است، باید قبل از مدوله‌سازی به هم ریخته شود تا بر طبق رابطه زیر یک بستک بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}^{(q)}(0), \dots, \tilde{b}^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1)$  حاصل شود:

$$\tilde{b}^{(q)}(i) = (b^{(q)}(i) + c^{(q)}(i)) \bmod 2$$

که دنباله برهم‌ریز  $c^{(q)}(i)$  توسط بند ۷-۲ داده می‌شود. مولد دنباله برهم‌ریز باید در آغاز هر زیرقاب مقدار دهی اولیه شود که مقدار اولیه  $c_{init}$  به نوع مجرای انتقال بر طبق رابطه زیر بستگی دارد:

$$c_{init} = \begin{cases} n_{RNTI} \cdot 2^{14} + q \cdot 2^{13} + \lfloor n_s/2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{ID}^{cell} & \text{برای PDSCH} \\ \lfloor n_s/2 \rfloor \cdot 2^9 + N_{ID}^{MBSFN} & \text{برای PMCH} \end{cases}$$

که  $n_{RNTI}$  همانطور که در بند ۷-۱ [3GPP TS 36.213] توصیف شده، به RNTI مربوط به ارسال PDSCH، متناظر است.

1 - Guard Period

بیشینه تا دو کدواژه در یک زیرقاب می‌تواند ارسال شود، یعنی  $q \in \{0,1\}$ . در حالت ارسال تک کدواژه،  $q$  مساوی با صفر است.

### ۲-۳-۶ مدوله‌سازی

برای هر کدواژه  $q$ ، بستک بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}^{(q)}(M_{bit}^{(q)} - 1), \dots, \tilde{b}^{(q)}(0)$  باید همان‌طور که در بند ۱-۷ توصیف شده با استفاده از نماواره‌های مدوله‌سازی در جدول ۴۶، مدوله شود تا یک بستک از نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d^{(q)}(M_{symb}^{(q)} - 1), \dots, d^{(q)}(0)$  حاصل شود.

جدول ۴۶- نماواره‌های مدوله‌سازی

| نماواره های مدوله‌سازی     | مجرای فیزیکی |
|----------------------------|--------------|
| QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM | PDSCH        |
| QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM | PMCH         |

### ۳-۳-۶ نگاهت لایه

نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار برای هر کدواژه‌ای که قرار است ارسال شود، به یک یا چند لایه نگاهت می‌شوند. نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d^{(q)}(M_{symb}^{(q)} - 1), \dots, d^{(q)}(0)$  برای کدواژه  $q$  باید به لایه-های  $x(i) = [x^{(0)}(i), \dots, x^{(v-1)}(i)]^T$ ,  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1$  نگاهت شوند که  $v$  تعداد لایه‌هاست و  $M_{symb}^{layer}$  تعداد نمادهای مدوله‌سازی به ازای هر لایه است.

### ۱-۳-۳-۶ نگاهت لایه برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد

برای ارسال در یک درگاه آنتن واحد، یک لایه واحد به کار برده می‌شود،  $v=1$  و نگاهت به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$$

$$M_{symb}^{layer} = M_{symb}^{(0)} \text{ که}$$

### ۲-۳-۳-۶ نگاهت لایه برای هم‌تافتگری فضایی

برای هم‌تافتگری فضایی، نگاهت لایه باید مطابق جدول ۴۷ انجام شود. تعداد لایه‌های  $v$  کمتر از یا مساوی با تعداد درگاه‌های آنتن استفاده شده برای ارسال مجرای فیزیکی است. حالت کدواژه واحد نگاهت شده به چند لایه تنها هنگامی قابل کاربرد است که تعداد سیگنال‌های مرجع خاص سلول چهار باشد، یا هنگامی که تعداد سیگنال‌های مرجع خاص UE دو یا بزرگتر باشد.

جدول ۴۷- نگاشت کدواژه به لایه برای هماتنگری فضایی

| نگاشت کدواژه به لایه<br>$i = 0, 1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$  | تعداد کدواژه ها | تعداد لایه ها |
|--|-----------------|---------------|
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}$  | 1               | 1             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i + 1)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/2$   | 1               | 2             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(1)}(i)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}^{(1)}$   | 2               | 2             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i + 2)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/3$   | 1               | 3             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(1)}(2i)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i + 1)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}^{(1)}/2$  | 2               | 3             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i + 2)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(0)}(4i + 3)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/4$   | 1               | 4             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(1)}(2i)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(1)}(2i + 1)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/2 = M_{\text{symb}}^{(1)}/2$   | 2               | 4             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(1)}(3i)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(1)}(3i + 1)$<br>$x^{(4)}(i) = d^{(1)}(3i + 2)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/2 = M_{\text{symb}}^{(1)}/3$   | 2               | 5             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i + 2)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(1)}(3i)$<br>$x^{(4)}(i) = d^{(1)}(3i + 1)$<br>$x^{(5)}(i) = d^{(1)}(3i + 2)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = \frac{M_{\text{symb}}^{(0)}}{3} = \frac{M_{\text{symb}}^{(1)}}{3}$                                   | 2               | 6             |
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i + 2)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(1)}(4i)$<br>$x^{(4)}(i) = d^{(1)}(4i + 1)$<br>$x^{(5)}(i) = d^{(1)}(4i + 2)$<br>$x^{(6)}(i) = d^{(1)}(4i + 3)$<br>$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = \frac{M_{\text{symb}}^{(0)}}{3} = \frac{M_{\text{symb}}^{(1)}}{4}$ | 2               | 7             |

| نگاشت کدواژه به لایه<br>$i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1$  | تعداد کدواژه ها | تعداد لایه ها |
|--|-----------------|---------------|
| $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i + 2)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(1)}(4i + 3)$<br>$x^{(4)}(i) = d^{(1)}(4i)$<br>$x^{(5)}(i) = d^{(1)}(4i + 1)$<br>$x^{(6)}(i) = d^{(1)}(4i + 2)$<br>$x^{(7)}(i) = d^{(1)}(4i + 3)$ | 2               | 8             |

### ۶-۳-۳- نگاشت لایه برای تنوع ارسال

برای تنوع ارسال، نگاشت لایه باید مطابق جدول ۴۸ انجام شود. تنها یک کدواژه وجود دارد و تعداد لایه‌های ۷ مساوی تعداد درگاه‌های آنتن  $P$  استفاده شده برای ارسال مجرای فیزیکی می‌باشد.

### جدول ۴۸- نگاشت کدواژه به لایه برای تنوع ارسال

| نگاشت کدواژه به لایه<br>$i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1$  | تعداد کدواژه‌ها  | تعداد لایه‌ها |
|--|--|---------------|
| $M_{symb}^{layer} = M_{symb}^{(0)}/2$  | $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i + 1)$   | 2             |
| $M_{symb}^{layer} = \begin{cases} \frac{M_{symb}^{(0)}}{4} \text{ اگر } M_{symb}^{(0)} \bmod 4 = 0 \\ (M_{symb}^{(0)} + 2)/4 \text{ اگر } M_{symb}^{(0)} \bmod 4 \neq 0 \end{cases}$<br>اگر $M_{symb}^{(0)} \bmod 4 \neq 0$ دو نماد خالی باید به $d^{(0)}(M_{symb}^{(0)} - 1)$ الحاق شود | $x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$<br>$x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i + 1)$<br>$x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i + 2)$<br>$x^{(3)}(i) = d^{(0)}(4i + 3)$ | 4             |

### ۶-۳-۴ پیش‌کدگذاری<sup>۱</sup>

پیش‌کدگذار یک بستک از بردارهای  $x(i) = [x^{(0)}(i), \dots, x^{(v-1)}(i)]^T$ ,  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1$  را از نگاشت لایه به عنوان ورودی گرفته و یک بستک از بردارهای  $y(i) = [\dots y^{(p)}(i) \dots]^T$ ,  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{ap} - 1$  که قرار است به منابع روی هر کدام از درگاه‌های آنتن نگاشت شوند، تولید می‌کند که  $y^{(p)}(i)$  نشان دهنده سیگنال برای درگاه آنتن  $p$  است.

### ۶-۳-۴-۱ پیش‌کدگذاری برای ارسال روی یک درگاه آنتن واحد

برای ارسال روی یک درگاه آنتن واحد، پیش‌کدگذاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$y^{(p)}(i) = x^{(0)}(i)$$

که  $p \in \{0, 4, 5, 7, 8\}$  شماره درگاه‌های آنتن واحد استفاده شده برای ارسال مجرای فیزیکی است و

$$i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{ap} - 1, M_{symb}^{ap} = M_{symb}^{layer}$$



### ۲-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی با استفاده از درگاه‌های آنتن با سیگنال‌های مرجع خاص سلول

پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی با استفاده از درگاه‌های آنتن با سیگنال‌های مرجع خاص سلول همانطور که در بند ۲-۳-۳-۶ بیان شد تنها در ترکیب با نگاشت لایه برای هم‌تافتگری فضایی به کار می‌رود. هم‌تافتگری فضایی دو یا چهار درگاه آنتن را پشتیبانی می‌کند و مجموعه درگاه‌های آنتن استفاده شده به ترتیب  $p \in \{0,1\}$  یا  $p \in \{0,1,2,3\}$  می‌باشند.

### ۱-۲-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری بدون CDD

بدون تنوع تاخیر چرخشی<sup>۱</sup> (CDD)، پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{0} \\ y^{(p-1)}(i) \end{bmatrix} = W(i) \begin{bmatrix} x^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{0} \\ x^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

که ماتریس پیش‌کدگذاری  $W(i)$  اندازه  $P \times v$  دارد و  $M_{symb}^{ap} = M_{symb}^{layer}$ ،  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{ap} - 1$ ، برای هم‌تافتگری فضایی، مقادیر  $W(i)$  باید از میان عنصرهای پیش‌کدگذار در کتاب کد پیکربندی شده در eNodeB و UE انتخاب شود. eNodeB می‌تواند انتخاب پیش‌کدگذار در UE را به یک زیر مجموعه از عنصر-ها در کتاب کد با استفاده از محدودیت‌های زیر مجموعه کتاب کد، بیشتر محدود کند. کتاب کد پیکربندی شده باید از جدول ۵۰ یا ۵۱ انتخاب شود.

### ۲-۲-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری برای CDD با تاخیر زیاد

برای CDD با تاخیر زیاد، پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی توسط رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{0} \\ y^{(p-1)}(i) \end{bmatrix} = W(i) D(i) U \begin{bmatrix} x^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{0} \\ x^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

که ماتریس پیش‌کدگذاری  $W(i)$  به ابعاد  $P \times v$  است و  $M_{symb}^{ap} = M_{symb}^{layer}$ ،  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{ap} - 1$ ، ماتریس قطری  $D(i)$  به ابعاد  $v \times v$  پشتیبانی کننده تنوع تاخیر چرخشی و ماتریس  $U$  با ابعاد  $v \times v$  هر دو توسط جدول ۴۹ برای تعداد مختلف لایه‌های  $v$  ارائه می‌شوند.

مقادیر ماتریس پیش‌کدگذاری  $W(i)$  باید از میان عنصرهای پیش‌کدگذار در کتاب کد پیکربندی شده در eNodeB و UE انتخاب شود. eNodeB می‌تواند انتخاب پیش‌کدگذار در UE را به یک زیر مجموعه از عنصرهای در کتاب کد با استفاده از محدودیت‌های زیر مجموعه کتاب کد، بیشتر محدود کند. کتاب کد پیکربندی شده باید از جدول ۵۰ یا ۵۱ انتخاب شود.

برای ۲ درگاه آنتن، پیش‌کدگذار مطابق رابطه  $W(i) = C_1$  انتخاب می‌شود که  $C_1$  ماتریس پیش‌کدگذاری متناظر با نمایه صفر پیش‌کدگذار در جدول ۵۰ را نشان می‌دهد.

برای ۴ درگاه آنتن، UE ممکن است فرض کند که eNodeB به صورت چرخشی پیش‌کدگذار متفاوتی را به بردارهای متفاوت  $[x^{(0)}(i), \dots, x^{(v-1)}(i)]^T$  روی مجرای اشتراکی پیوند فرسوی فیزیکی، همانطور که در ادامه می‌آید، اختصاص دهد. یک پیش‌کدگذار متفاوت برای هر  $v$  بردار استفاده می‌شود که  $v$  نشان‌دهنده تعداد لایه‌های ارسال در حالت هم‌تافتگری فضایی می‌باشد. به طور خاص، پیش‌کدگذار مطابق رابطه  $W(i) = C_k$  انتخاب می‌شود که  $k$  نمایه‌پیش‌کدگذار ارائه شده توسط  $k = \left(\left\lfloor \frac{i}{k} \right\rfloor \bmod 4\right) + 1 \in \{1, 2, 3, 4\}$  و  $C_4, C_3, C_2, C_1$  به ترتیب ماتریس‌های پیش‌کدگذار متناظر به نمایه‌های پیش‌کدگذار ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ در جدول ۵۱ می‌باشند.

جدول ۴۹- تنوع تاخیر چرخشی با تاخیر زیاد

| D(i)  | U  | تعداد لایه‌ها $v$ |
|---|--|-------------------|
| $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi/2} \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & e^{-j2\pi/2} \end{bmatrix}$   | 2                 |
| $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi/3} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-j4\pi/3} \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{-j2\pi/3} & e^{-j4\pi/3} \\ 1 & e^{-j4\pi/3} & e^{-j8\pi/3} \end{bmatrix}$   | 3                 |
| $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi/4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e^{-j4\pi/4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{-j6\pi/4} \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{-j2\pi/4} & e^{-j4\pi/4} & e^{-j6\pi/4} \\ 1 & e^{-j4\pi/4} & e^{-j8\pi/4} & e^{-j12\pi/4} \\ 1 & e^{-j6\pi/4} & e^{-j12\pi/4} & e^{-j18\pi/4} \end{bmatrix}$ | 4                 |

#### ۳-۲-۴-۳-۶ کتاب‌کد برای پیش‌کدگذاری و گزارش دهی CSI

برای ارسال روی دو درگاه آنتن،  $p \in \{0, 1\}$ ، و به منظور گزارش دهی CSI بر پایه دو درگاه آنتن  $p \in \{0, 1\}$  یا  $p \in \{10, 16\}$ ، ماتریس پیش‌کدگذاری  $W(i)$  باید از جدول ۵۰ یا یک زیر مجموعه وابسته به آن انتخاب شود. برای حالت ارسال هم‌تافتگری فضایی حلقه بسته تعریف شده در [3GPP TS 36.213[4]، کتاب‌کد نمایه صفر وقتی تعداد لایه‌ها  $v=2$  است، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

جدول ۵۰- کتاب‌کد برای ارسال روی درگاه‌های آنتن  $\{0, 1\}$  و برای گزارش دهی CSI بر پایه درگاه‌های آنتن  $\{0, 1\}$  یا  $\{15, 16\}$

| تعداد لایه‌ها $v$   |  | نمایه کتاب‌کد |
|---|--|---------------|
| 2   | 1  |               |
| $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$  | 0             |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$       | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$ | 1             |
| $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$       | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$  | 2             |
| -   | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$ | 3             |

برای ارسال روی چهار درگاه آنتن،  $p \in \{0, 1, 2, 3\}$ ، ماتریس پیش‌کدگذاری  $W$  باید از جدول ۵۰ یا یک زیر مجموعه وابسته به آن انتخاب شود. به منظور گزارش دهی CSI بر پایه چهار درگاه آنتن  $p \in \{0, 1, 2, 3\}$  یا  $p \in \{15, 16, 17, 18\}$ ، ماتریس پیش‌کدگذاری  $W$  باید از جدول ۵۱ یا یک زیر مجموعه وابسته به آن انتخاب

شود، به استثنای alternativeCodeBookEnabledFor4TX-r12=TRUE که در آن حالت ماتریس پیش‌کدگذاری W باید از جدول‌های 7.2.4-0A, 7.2.4-0B, 7.2.4-0C, 7.2.4-0D در [4] یا یک زیر مجموعه وابسته به آن انتخاب شود. کمیت  $W_n^{\{s\}}$  نشان دهنده ماتریس تعریف شده توسط ستون‌های داده شده با مجموعه {s} از عبارت  $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$  می‌باشد که I ماتریس واحد  $4 \times 4$  است و بردار  $u_n$  توسط جدول ۵۱ ارائه شده است.

جدول ۵۱- کتاب‌کد برای ارسال روی درگاه‌های آنتن {0,1,2,3} و برای گزارش CSI  
بر پایه درگاه‌های آنتن {0,1,2,3} یا {15,16,17,18}

| تعداد لایه‌ها $\nu$          |                             |                            |                  | $u_n$   | نمایه کتاب‌کد |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|---|---------------|
| 4                            | 3                           | 2                          | 1                |   |               |
| $W_0^{\{1234\}}/\sqrt{2}$    | $W_0^{\{124\}}/\sqrt{3}$    | $W_0^{\{14\}}/\sqrt{2}$    | $W_0^{\{1\}}$    | $u_0 = [1 \ -1 \ -1 \ -1]^T$                          | 0             |
| $W_1^{\{1234\}}/\sqrt{2}$    | $W_1^{\{123\}}/\sqrt{3}$    | $W_1^{\{12\}}/\sqrt{2}$    | $W_1^{\{1\}}$    | $u_1 = [1 \ -j \ 1 \ j]^T$                            | 1             |
| $W_2^{\{3214\}}/\sqrt{2}$    | $W_2^{\{123\}}/\sqrt{3}$    | $W_2^{\{12\}}/\sqrt{2}$    | $W_2^{\{1\}}$    | $u_2 = [1 \ 1 \ -1 \ 1]^T$                            | 2             |
| $W_3^{\{3214\}}/\sqrt{2}$    | $W_3^{\{123\}}/\sqrt{3}$    | $W_3^{\{13\}}/\sqrt{2}$    | $W_3^{\{1\}}$    | $u_3 = [1 \ j \ 1 \ -j]^T$                            | 3             |
| $W_4^{\{1234\}}/\sqrt{2}$    | $W_4^{\{124\}}/\sqrt{3}$    | $W_4^{\{14\}}/\sqrt{2}$    | $W_4^{\{1\}}$    | $u_4 = [1 \ (-1-j)/\sqrt{2} \ -j \ (1-j)/\sqrt{2}]^T$ | 4             |
| $W_5^{\{1234\}}/\sqrt{2}$    | $W_5^{\{124\}}/\sqrt{3}$    | $W_5^{\{14\}}/\sqrt{2}$    | $W_5^{\{1\}}$    | $u_5 = [1 \ (1-j)/\sqrt{2} \ j \ (-1-j)/\sqrt{2}]^T$  | 5             |
| $W_6^{\{1324\}}/\sqrt{2}$    | $W_6^{\{134\}}/\sqrt{3}$    | $W_6^{\{13\}}/\sqrt{2}$    | $W_6^{\{1\}}$    | $u_6 = [1 \ (1+j)/\sqrt{2} \ -j \ (-1+j)/\sqrt{2}]^T$ | 6             |
| $W_7^{\{1324\}}/\sqrt{2}$    | $W_7^{\{134\}}/\sqrt{3}$    | $W_7^{\{13\}}/\sqrt{2}$    | $W_7^{\{1\}}$    | $u_7 = [1 \ (-1+j)/\sqrt{2} \ j \ (1+j)/\sqrt{2}]^T$  | 7             |
| $W_8^{\{1234\}}/\sqrt{2}$    | $W_8^{\{124\}}/\sqrt{3}$    | $W_8^{\{12\}}/\sqrt{2}$    | $W_8^{\{1\}}$    | $u_8 = [1 \ -1 \ 1 \ 1]^T$                            | 8             |
| $W_9^{\{1234\}}/\sqrt{2}$    | $W_9^{\{134\}}/\sqrt{3}$    | $W_9^{\{14\}}/\sqrt{2}$    | $W_9^{\{1\}}$    | $u_9 = [1 \ -j \ -1 \ -j]^T$                          | 9             |
| $W_{10}^{\{1324\}}/\sqrt{2}$ | $W_{10}^{\{123\}}/\sqrt{3}$ | $W_{10}^{\{13\}}/\sqrt{2}$ | $W_{10}^{\{1\}}$ | $u_{10} = [1 \ 1 \ 1 \ -1]^T$                         | 10            |
| $W_{11}^{\{1324\}}/\sqrt{2}$ | $W_{11}^{\{134\}}/\sqrt{3}$ | $W_{11}^{\{13\}}/\sqrt{2}$ | $W_{11}^{\{1\}}$ | $u_{11} = [1 \ j \ -1 \ j]^T$                         | 11            |
| $W_{12}^{\{1234\}}/\sqrt{2}$ | $W_{12}^{\{123\}}/\sqrt{3}$ | $W_{12}^{\{12\}}/\sqrt{2}$ | $W_{12}^{\{1\}}$ | $u_{12} = [1 \ -1 \ -1 \ 1]^T$                        | 12            |
| $W_{13}^{\{1324\}}/\sqrt{2}$ | $W_{13}^{\{123\}}/\sqrt{3}$ | $W_{13}^{\{13\}}/\sqrt{2}$ | $W_{13}^{\{1\}}$ | $u_{13} = [1 \ -1 \ 1 \ -1]^T$                        | 13            |
| $W_{14}^{\{3214\}}/\sqrt{2}$ | $W_{14}^{\{123\}}/\sqrt{3}$ | $W_{14}^{\{13\}}/\sqrt{2}$ | $W_{14}^{\{1\}}$ | $u_{14} = [1 \ 1 \ -1 \ -1]^T$                        | 14            |
| $W_{15}^{\{1234\}}/\sqrt{2}$ | $W_{15}^{\{123\}}/\sqrt{3}$ | $W_{15}^{\{12\}}/\sqrt{2}$ | $W_{15}^{\{1\}}$ | $u_{15} = [1 \ 1 \ 1 \ 1]^T$                          | 15            |

به منظور گزارش دهی CSI برای ۸ سیگنال مرجع CSI، کتاب‌های کد در بند ۷-۲-۴ 3GPP TS 36.213 [4] ارائه شده‌اند.

### ۳-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری برای تنوع ارسال

پیش‌کدگذاری برای تنوع ارسال همانطور که در بند ۳-۳-۳-۶ توصیف شده است، تنها در ترکیب با نگاشت لایه برای تنوع ارسال استفاده می‌شود.

عملیات پیش‌کدگذاری برای تنوع ارسال برای دو یا چهار درگاه آنتن تعریف می‌شود.

برای ارسال روی دو درگاه آنتن،  $p \in \{0,1\}$  خروجی  
 $y(i) = [y^{(0)}(i)y^{(1)}(i)]^T$ ،  $i = 0,1, \dots, M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1$  برای عملیات پیش‌کدگذاری توسط رابطه زیر  
 تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(2i) \\ y^{(1)}(2i) \\ y^{(0)}(2i+1) \\ y^{(1)}(2i+1) \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & j & 0 \\ 0 & -1 & 0 & j \\ 0 & 1 & 0 & j \\ 1 & 0 & -j & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Re}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(1)}(i)) \end{bmatrix}$$

برای  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{ap} - 1$  با  $M_{symb}^{ap} = 2M_{symb}^{layer}$

برای ارسال روی چهار درگاه آنتن،  $p \in \{0, 1, 2, 3\}$  خروجی

توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:  $y(i) = [y^{(0)}(i)y^{(1)}(i)y^{(2)}(i)y^{(3)}(i)]^T$  برای  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{ap} - 1$  عملیات پیش‌کدگذاری

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(4i) \\ y^{(1)}(4i) \\ y^{(2)}(4i) \\ y^{(3)}(4i) \\ y^{(0)}(4i+1) \\ y^{(1)}(4i+1) \\ y^{(2)}(4i+1) \\ y^{(3)}(4i+1) \\ y^{(0)}(4i+2) \\ y^{(1)}(4i+2) \\ y^{(2)}(4i+2) \\ y^{(3)}(4i+2) \\ y^{(0)}(4i+3) \\ y^{(1)}(4i+3) \\ y^{(2)}(4i+3) \\ y^{(3)}(4i+3) \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Re}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(2)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(3)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(2)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(3)}(i)) \end{bmatrix}$$

برای  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1$

$$M_{symb}^{ap} = \begin{cases} 4M_{symb}^{layer} & \text{اگر } M_{symb}^{(0)} \bmod 4 = 0 \\ (4M_{symb}^{layer}) - 2 & \text{اگر } M_{symb}^{(0)} \bmod 4 \neq 0 \end{cases}$$

۶-۳-۴ پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی با استفاده از درگاه‌های آنتن با سیگنال‌های مرجع

خاص UE

پیش‌کدگذاری برای هم‌تافتگری فضایی با استفاده از درگاه‌های آنتن با سیگنال‌های مرجع خاص UE همانطور که در بند ۶-۳-۳-۲ توصیف شده تنها در ترکیب با نگاشت لایه برای هم‌تافتگری فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌تافتگری فضایی با استفاده از درگاه‌های آنتن با سیگنال‌های مرجع خاص UE تا هشت درگاه آنتن را پشتیبانی می‌کند و مجموعه درگاه‌های آنتن پشتیبانی شده عبارتند از  $p=7, 8, \dots, v+6$ .

برای ارسال روی  $v$  درگاه آنتن، عملیات پیش‌کدگذاری توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} y^{(7)}(i) \\ y^{(8)}(i) \\ \vdots \\ y^{(6+v)}(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^{(0)}(i) \\ x^{(1)}(i) \\ \vdots \\ x^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

که  $M_{symb}^{ap} = M_{symb}^{layer}$ ،  $i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{ap} - 1$

### ۵-۳-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

برای هر کدام از درگاه‌های آنتن استفاده شده برای ارسال مجرای فیزیکی، بستک نمادهای مختلط مقدار  $y^{(p)}(0), \dots, y^{(p)}(M_{symb}^{ap} - 1)$  باید با تخصیص توان پیوند فروسو مشخص شده در بند ۵-۲ در 3GPP TS 36.213[4] مطابقت داشته باشد و در دنباله آغاز شونده با  $y^{(p)}(0)$  به عناصر منبع  $(k, l)$  که معیارهای ذیل در زیرقاب جاری را برآورده می‌سازد، نگاشت شود:

- آنها در بستک های منبع فیزیکی متناظر با بستک های منبع مجازی اختصاص داده شده برای ارسال قرار دارند و
- آنها برای ارسال PBCH، سیگنال های همزمان سازی، استفاده نشده‌اند و
- توسط UE فرض می‌شود قرار نیست آن‌ها برای سیگنال های مرجع خاص سلول استفاده شوند، که موقعیت های سیگنال های مرجع خاص سلول توسط بند ۶-۱۰-۱-۲ داده شده است و شماره درگاه‌های آنتن برای سیگنال های مرجع خاص سلول و جابجایی بسامدی سیگنال های مرجع خاص سلول همانطور که در بند ۶-۱۰-۱-۲-۴ توصیف شده، استخراج شده است و
- نگاشت به عنصرهای منبع  $(k, l)$  روی درگاه آنتن  $p$  که برای منظورهای دیگری در نظر گرفته نشده است، باید ابتدا بر حسب نمایه  $k$  روی بستک های منبع فیزیکی اختصاص داده شده و سپس نمایه  $l$  با شروع از اولین شکاف در یک زیرقاب، ترتیب صعودی داشته باشد.

### ۴-۶ مجرای اشتراکی پیوند فروسوی فیزیکی

مجرای اشتراکی پیوند فروسوی فیزیکی باید پردازش شده و همانطور که در بند ۶-۳ توصیف شده با افزودنی ها و استثنائات زیر به عنصرهای منبع نگاشت شود:

- در بستک های منبعی که در آن سیگنال های مرجع خاص UE ارسال نمی‌شود، PDSCH باید روی مجموعه درگاه‌های آنتن یکسانی با PBCH- که یکی از  $\{0\}$ ،  $\{0, 1\}$  یا  $\{0, 1, 2, 3\}$  می‌باشند- ارسال شود.
- در بستک های منبعی که در آن سیگنال های مرجع خاص UE ارسال می‌شود، PDSCH باید روی درگاه‌های  $\{5\}$ ،  $\{7\}$ ،  $\{8\}$  یا  $P \in \{7, 8, \dots, v+6\}$  ارسال شود که  $v$  تعداد لایه‌هایی است که برای ارسال PDSCH استفاده شده است.

- اگر PDSCH همانطور که در [4].3GPP TS 36.213 تعریف شده، در زیرقابهای MBSFN ارسال شود، PDSCH باید روی یک یا چند تا از درگاه(های) آنتن  $p \in \{7, 8, \dots, v+6\}$  ارسال شود که  $v$  تعداد لایه‌هایی است که برای ارسال PDSCH استفاده شده است.
- PDSCH به عنصرهای منبعی که برای سیگنال‌های مرجع خاص UE مربوط به PDSCH استفاده شده‌اند، نگاشت نمی‌شود.
- در نگاشت به عنصرهای منبع، موقعیت سیگنال‌های مرجع خاص سلول توسط بند ۶-۱۰-۱-۲ داده شده است و شماره درگاه‌های آنتن و جابجایی بسامدی سیگنال‌های مرجع خاص سلول، همانطور که در بند ۶-۱۰-۱-۲ توصیف شده، استخراج شده است، مگر اینکه مقادیر دیگری برای این پارامترها توسط بند ۷-۱-۹ در [4].3GPP TS 36.213 فراهم شود، که در این صورت این مقادیر در بستک‌های منبع مشخص شده توسط DCI مرتبط، مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- اگر DCI مربوط به PDSCH، C-RNTI یا C-RNTI نیمه ماندگار استفاده کند، PDSCH به عنصر-های منبعی که توسط UE فرض می‌شود قرار است برای ارسال سیگنال‌های ذیل استفاده شوند، نگاشت نمی‌شود:
- سیگنال‌های مرجع CSI توان صفر که موقعیت سیگنال‌های مرجع CSI توسط بند ۶-۱۰-۵-۲ داده شده است. پیکربندی برای سیگنال‌های مرجع CSI توان صفر به صورت ذیل است:
- همانطور که در بند ۶-۱۰-۵-۲ توصیف شده، به دست می‌آید، مگر اینکه مقادیر دیگری برای این پارامترها توسط بند ۷-۱-۹ در [4].3GPP TS 36.213 فراهم شده باشد که در این صورت این مقادیر در بستک‌های منبع مشخص شده با DCI مرتبط، مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- توسط پیکربندی لایه بالاتر تا پنج منبع CSI-RS در نظر گرفته شده به عنوان بخشی از پیکربندی سیگنال اکتشاف، به دنبال روال برای CSI-RS توان صفر در بند ۶-۱۰-۵-۲ به دست می‌آید.
- سیگنال‌های مرجع CSI توان غیر صفر برای گزارش‌دهی CSI که موقعیت‌های سیگنال‌های مرجع CSI توان غیر صفر برای گزارش‌دهی CSI توسط بند ۶-۱۰-۵-۲ داده می‌شود. پیکربندی برای سیگنال‌های مرجع CSI توان غیر صفر همانطور که در بند ۶-۱۰-۵-۲ توصیف شده است، به دست می‌آید.
- PDSCH به هیچ جفت(های) بستک منبع فیزیکی که یک EPDCCH مربوط به PDSCH را حمل می‌کند، نگاشت نمی‌شود.
- نمایه  $l$  در شکاف اول در یک زیرقاب  $l \geq l_{DataStart}$  را برآورده می‌سازد که  $l_{DataStart}$  توسط بند ۷-۱-۶-۴ در [4].3GPP TS 36.213 داده شده است.
- در نگاشت به عنصرهای منبع، اگر DCI مربوط به PDSCH، C-RNTI یا C-RNTI نیمه ماندگار را به کار برد و تنوع ارسال مطابق بند ۶-۳-۴-۳ استفاده شود، عنصرهای منبعی که توسط UE فرض

می‌شود حاوی CSI-RS باشند، باید در نگاشت مورد استفاده قرار گیرند، اگر و تنها اگر معیارهای زیر برقرار باشد:

- تعداد زوجی از عنصرهای منبع برای نماد OFDM در هر بستک منبع اختصاص داده شده برای ارسال وجود دارد و
- نمادهای مختلط مقدار  $y^{(p)}(i)$  و  $y^{(p)}(i+1)$ ، که  $i$  یک عدد زوج است، می‌توانند به عنصرهای منبع  $(k,l)$  و  $(k+n,l)$  در نماد OFDM یکسان با  $n < 3$  نگاشت شوند.

#### ۵-۶ مجرای چند پخشی فیزیکی

مجرای چند پخشی فیزیکی باید پردازش شده و همانطور که در بند ۶-۳ توصیف شده با استثنائات زیر به عنصرهای منبع نگاشت شود:

- هیچ نماواره تنوع ارسالی مشخص نشده است.
- نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری باید با فرض یک درگاه آنتن واحد انجام شود و ارسال باید درگاه آنتن ۴ را مورد استفاده قرار دهد.
- PMCH می‌تواند تنها در ناحیه MBSFN یک زیرقاب MBSFN ارسال شود. نمایه  $l$  در شکاف اول در زیرقاب MBSFN در  $l \geq l_{PMCHstart}$  صدق می‌کند که  $l_{PMCHstart}$  با مقدار داده شده توسط پارامتر لایه بالاتر  $non-MBSFNregionLength[9]$  برابر است.
- PMCH باید از پیشوند چرخشی گسترش یافته استفاده کند.
- PMCH به عنصرهای منبعی که برای ارسال سیگنال‌های مرجع MBSFN استفاده می‌شوند، نگاشت نمی‌شود.

#### ۶-۶ مجرای پخش همه‌گانی فیزیکی

##### ۱-۶-۶ به هم ریختن

بستک بیت‌های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  که  $M_{bit}$  تعداد بیت‌های ارسال شده روی مجرای پخش همه‌گانی فیزیکی برای پیشوند چرخشی عادی برابر با ۱۹۲۰ و برای پیشوند چرخشی گسترش یافته برابر با ۱۷۲۸ است، باید قبل از مدوله‌سازی با یک دنباله خاص سلول به هم ریخته شود تا یک بستک از بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{bit} - 1)$  مطابق رابطه زیر حاصل شود:

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

که دنباله برهم‌ریز  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه شده است. دنباله برهم‌ریز باید با  $c_{init} = N_{ID}^{cell}$  در هر قاب رادیویی صدق کننده در  $n_f \bmod 4 = 0$  مقدار دهی اولیه شود.

##### ۲-۶-۶ مدوله‌سازی

بستک بیت‌های به هم ریخته شده  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{bit} - 1)$  باید همانطور که در بند ۷-۱ توصیف شده، مدوله شود تا یک بستک از نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(M_{symb} - 1)$  حاصل شود. جدول ۵۲ نگاشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای پخش همه‌گانی فیزیکی را نشان می‌دهد.

جدول ۵۲- نماواره‌های مدوله‌سازی PBCH

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| نماواره‌های مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
| QPSK                   | PBCH         |

۳-۶-۶ نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری

بستک نمادهای مدوله‌سازی  $d(0), \dots, d(M_{\text{symb}} - 1)$  باید مطابق یکی از بندهای ۱-۳-۳-۶ یا ۳-۳-۳-۶ با  $M_{\text{symb}}^{(0)} = M_{\text{symb}}$  به لایه‌هایی نگاشت شود و مطابق یکی از بندهای ۱-۴-۳-۶ یا ۳-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری شود تا یک بستک از بردارهای  $y(i) = [y^{(0)}(i) \dots y^{(P-1)}(i)]^T$  حاصل شود که  $i = 0, \dots, M_{\text{symb}}$  برای سیگنال  $y^{(P)}(i)$  درگاه آنتن  $p$  را نشان می‌دهد و  $p=0, \dots, P-1$  و تعداد درگاه‌های آنتن برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول  $P \in \{1, 2, 4\}$  می‌باشد.

۴-۶-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

بستک نمادهای مختلط مقدار  $y^{(P)}(0), \dots, y^{(P)}(M_{\text{symb}} - 1)$  برای هر درگاه آنتن در طول ۴ قاب رادیویی متوالی آغاز شونده در هر قاب رادیویی صدق کنند، در  $n_f \bmod 4 = 0$  ارسال می‌شود و باید در دنباله آغازشونده با  $y(0)$  به عنصرهای منبع  $(k, l)$  نگاشت شود. نگاشت به عنصرهای منبع  $(k, l)$  که برای ارسال سیگنال‌های مرجع در نظر گرفته نشده‌اند باید ابتدا بر حسب نمایه  $k$  و سپس نمایه  $l$  در شکاف ۱ در زیرقاب صفر و در نهایت بر حسب شماره قاب رادیویی ترتیب صعودی داشته باشد. نمایه‌های عنصر منبع توسط رابطه زیر ارائه می‌شوند:

$$k = \frac{N_{\text{RB}}^{\text{DL}} N_{\text{SC}}^{\text{RB}}}{2} - 36 + k', \quad k' = 0, 1, \dots, 71$$

$$l = 0, 1, \dots, 3$$

که عنصرهای منبع در نظر گرفته شده برای سیگنال‌های مرجع باید مستثنی شوند. عملیات نگاشت باید فرض کند سیگنال‌های مرجع خاص سلول برای درگاه‌های آنتن ۰-۳ بدون توجه به پیکربندی واقعی حاضر هستند. UE باید فرض کند عنصرهای منبعی که فرض شده برای سیگنال‌های مرجع در عملیات نگاشت بالا در نظر گرفته شده‌اند ولی برای ارسال سیگنال مرجع استفاده نشده‌اند، برای ارسال PDSCH موجود نیستند. UE نباید هیچ فرض دیگری درباره‌ی این عنصرهای منبع انجام دهد.

۷-۶ مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی

مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی اطلاعاتی درباره‌ی تعداد نمادهای OFDM استفاده شده برای ارسال PDCCH‌ها در یک زیرقاب حمل می‌کند. مجموعه نمادهای OFDM که ممکن است برای PDCCH در یک زیرقاب استفاده شود توسط جدول ۵۳ ارائه شده است.



جدول ۵۳- تعداد نمادهای OFDM استفاده شده برای PDCCH

| تعداد نمادهای OFDM برای PDCCH وقتی $N_{RB}^{DL} \leq 10$ | تعداد نمادهای OFDM برای PDCCH وقتی $N_{RB}^{DL} > 10$ | زیرقاب  |
|--|---|---|
| 2  | 1,2   | زیرقاب ۱ و ۶ برای ساختار قاب نوع ۲  |
| 2  | 1,2   | زیرقاب‌های MBSFN روی حامل پشتیبانی کننده PDSCH، پیکربندی شده با ۱ یا ۲ درگاه آنتن خاص سلول              |
| 2  | 2   | زیرقاب‌های MBSFN روی حامل پشتیبانی کننده PDSCH، پیکربندی شده با ۴ درگاه آنتن خاص سلول                   |
| 0  | 0   | زیرقاب‌های روی یک حامل که PDSCH را پشتیبانی نمی‌کند   |
| 2,3  | 1,2,3   | زیرقاب‌های غیر MBSFN (غیر از زیرقاب ۶ برای ساختار قاب نوع ۲) پیکربندی شده با سیگنال‌های مرجع موقعیتیابی |
| 2,3,4  | 1,2,3   | همه موارد دیگر  |

UE ممکن است فرض کند PCFICH وقتی که تعداد نمادهای OFDM برای PDCCH بیش از صفر است ارسال می‌شود مگر آنکه غیر از آن در [4، بند ۱۲] بیان شود.

#### ۶-۷-۱ به هم ریختن

بستک بیت‌های  $b(0), \dots, b(31)$  ارسال شده در یک زیرقاب باید قبل از مدوله‌سازی با یک دنباله خاص سلول به هم ریخته شود تا یک بستک از بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(31)$  مطابق رابطه زیر حاصل شود:

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

که دنباله برهم‌ریز  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه شده است. مولد دنباله برهم‌ریز باید در شروع هر زیرقاب با  $c_{init} = ([n_s/2] + 1) \cdot (2N_{ID}^{cell} + 1) \cdot 2^9 + N_{ID}^{cell}$  مقدار دهی اولیه شود.

#### ۶-۷-۲ مدوله‌سازی

بستک بیت‌های به هم ریخته شده  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(31)$  باید همانطور که در بند ۷-۱ توصیف شده، مدوله شود تا یک بستک از نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(15)$  حاصل شود. جدول ۵۴ نداشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی را مشخص می‌کند.

جدول ۵۴- نماواره‌های مدوله‌سازی PCFICH

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| نماواره‌های مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
| QPSK                   | PCFICH       |

### ۳-۷-۶ نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری

بستک نمادهای مدوله‌سازی  $d(0), \dots, d(15)$  باید مطابق یکی از بندهای ۱-۳-۳-۶ یا ۳-۳-۳-۶ با  $M_{symbol}^{(0)} = 16$  به لایه‌هایی نگاشت شود و مطابق یکی از بندهای ۱-۴-۳-۶ یا ۳-۴-۳-۶ پیش‌کدگذاری شود تا یک بستک از بردارهای  $y(i) = [y^{(0)}(i) \dots y^{(p-1)}(i)]^T$  حاصل شود که  $i = 0, \dots, 15$ ، سیگنال برای درگاه آنتن  $p$  را نشان می‌دهد و  $p = 0, \dots, P-1$  و تعداد درگاه‌های آنتن برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول  $P \in \{1, 2, 4\}$  می‌باشد. PCFICH باید روی مجموعه درگاه‌های آنتن یکسانی با PBCH ارسال شود.

### ۴-۷-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

نگاشت به عنصرهای منبع بر حسب چهارتایی‌هایی از نمادهای مختلط مقدار تعریف می‌شود. فرض کنید نشان می‌دهد. برای هر کدام از درگاه‌های آنتن، چهارتایی‌های نماد باید با ترتیب صعودی  $i$  به چهار گروه عنصر منبع در اولین نماد OFDM در یک زیرقاب پیوند فرسوسو یا DwPTS نگاشت شوند که عنصر منبع نماینده همانطور که در بند ۴-۲-۶ تعریف شده است به صورت زیر ارائه می‌شود:

$z^{(p)}(0)$  به گروه عنصر منبع نشان داده شده با  $\bar{k}$  نگاشت می‌شود.

$z^{(p)}(1)$  به گروه عنصر منبع نشان داده شده با  $\bar{k} + [N_{RB}^{DL}/2] \cdot N_{SC}^{RB}/2$  نگاشت می‌شود.

$z^{(p)}(2)$  به گروه عنصر منبع نشان داده شده با  $\bar{k} + [2 N_{RB}^{DL}/2] \cdot N_{SC}^{RB}/2$  نگاشت می‌شود.

$z^{(p)}(3)$  به گروه عنصر منبع نشان داده شده با  $\bar{k} + [3 N_{RB}^{DL}/2] \cdot N_{SC}^{RB}/2$  نگاشت می‌شود.

که اضافات به پیمانه  $N_{RB}^{DL} N_{SC}^{RB}$  هستند،

$$\bar{k} = (N_{SC}^{RB}/2)(N_{ID}^{cell} \bmod 2N_{RB}^{DL})$$

و  $N_{ID}^{cell}$  همانطور که توسط بند ۶-۱۱ ارائه شده، شناسه سلول لایه فیزیکی است.

### ۸-۶ مجرای واپایش پیوند فرسوسوی فیزیکی

#### ۱-۸-۶ قالب‌های PDCCH

مجرای واپایش پیوند فراسوی فیزیکی واگذاری‌های زمان‌بندی و سایر اطلاعات واپایشی را حمل می‌کند. یک مجرای واپایش فیزیکی روی تجمیعی از یک یا چند عنصرمجرای واپایش متوالی (CCEs) ارسال می‌شود که یک عنصرمجرای واپایش متناظر با ۹ گروه عنصر منبع است. تعداد گروه‌های عنصر منبع واگذاری نشده به PCFICH یا PHICH،  $N_{REG}$  است. CCE های موجود در سامانه از صفر تا  $N_{CCE} - 1$  شماره‌گذاری می‌شوند که  $N_{CCE} = [N_{REG}/9]$ . PDCCH قالب‌های گوناگونی را، همانطور که در جدول ۵۵ فهرست شده است، پشتیبانی می‌کند. یک PDCCH متشکل از  $n$  CCE متوالی ممکن است تنها روی CCE که در  $i \bmod n = 0$  صدق می‌کند، آغاز شود، که  $i$  شماره CCE است. چندین PDCCH می‌توانند در یک زیرقاب ارسال شوند.

جدول ۵۵- قالب‌های PDCCH پشتیبانی شده

| تعداد بیت‌های PDCCH | تعداد گروه‌های عنصر منبع | تعداد CCE ها | قالب PDCCH |
|---------------------|--------------------------|--------------|------------|
| 72                  | 9                        | 1            | 0          |
| 144                 | 18                       | 2            | 1          |
| 288                 | 36                       | 4            | 2          |
| 576                 | 72                       | 8            | 3          |

### ۲-۸-۶ هم‌تافتگری و به هم ریختن PDCCH

بستک بیت‌های  $b^{(i)}(0), \dots, b^{(i)}(M_{bit}^{(i)} - 1)$  روی هر کدام از مجراهای واپاشی که قرار است در یک زیرقالب ارسال شود - که  $M_{bit}^{(i)}$  تعداد بیت‌ها در زیرقالب است که قرار است روی مجرای واپاشی پیوند فرسوی فیزیکی شماره  $i$  ارسال شود- باید هم‌تافتگر شود تا یک بستک از بیت‌های  $b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{bit}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{bit}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(0), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(M_{bit}^{(n_{PDCCH}-1)} - 1)$  حاصل شود که  $n_{PDCCH}$  تعداد PDCCH هایی است که در زیرقالب ارسال می‌شود. بستک بیت‌های  $b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{bit}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{bit}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(0), \dots, b^{(n_{PDCCH}-1)}(M_{bit}^{(n_{PDCCH}-1)} - 1)$  باید قبل از مدوله‌سازی با یک زیر دنباله خاص سلول به هم ریخته شود تا یک بستک بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{tot} - 1)$  مطابق رابطه زیر حاصل شود:

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

که دنباله برهم‌ریز  $c(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه شده است. مولد دنباله برهم‌ریز باید با  $C_{init} = \lfloor n_s/2 \rfloor 2^9 + N_{ID}^{cell}$  در شروع هر زیرقالب مقدار دهی اولیه شود.

CCE شماره  $n$  متناظر به بیت‌های  $b(72n), b(72n+1), \dots, b(72n+71)$  است. اگر لازم باشد، عناصر  $< NIL >$  باید قبل از به هم ریختن به بستک بیت‌ها وارد شود تا اطمینان حاصل شود که PDCCH در موقعیت‌های CCE همانطور که در [4] 3GPP TS 36.213 تعریف شده است، آغاز می‌شود و نیز اطمینان حاصل شود که طول بستک بیت‌های به هم ریخته  $M_{bit}^{(i)} \sum_{i=0}^{n_{PDCCH}-1} \geq 8N_{REG}$  با مقدار گروه‌های عنصر منبع تخصیص داده نشده به PCFICH یا PHICH مطابقت دارد.

### ۳-۸-۶ مدوله‌سازی

بستک بیت‌های به هم ریخته شده  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{tot} - 1)$  باید همانطور که در بند ۷-۱ توصیف شده، مدوله شود تا یک بستک از نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(M_{symb} - 1)$  حاصل شود. جدول ۵۶ نداشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای نشانگر قالب واپاشی پیوند فرسوی فیزیکی را نشان می‌دهد.

جدول ۵۶- نمادهای مدوله‌سازی PDCCH

| نمادهای مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
|--------------------|--------------|
| QPSK               | PDCCH        |

### ۴-۸-۶ نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری

بستک نمادهای مدوله‌سازی  $d(0), \dots, d(M_{symb} - 1)$  باید مطابق یکی از بندهای ۶-۳-۳-۱ یا ۶-۳-۳-۳ با  $M_{symb}^{(0)} = M_{symb}$  به لایه‌ها نگاشت شود و مطابق یکی از بندهای ۶-۳-۳-۱ یا ۶-۳-۳-۳ پیش‌کدگذاری

شود تا یک بستک از بردارهای  $y(i) = [y^{(0)}(i) \dots y^{(P-1)}(i)]^T$ ،  $i = 0, \dots, M_{\text{symb}} - 1$  که قرار است به منابع روی درگاه‌های آنتن استفاده شده برای ارسال نگاشت شود، به دست آید و  $y^{(p)}(i)$  سیگنال برای درگاه آنتن  $p$  را نشان می‌دهد. PDCCH باید روی درگاه‌های آنتن یکسانی با PBCH ارسال شود.

#### ۵-۸-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

نگاشت به عنصرهای منبع توسط عملیاتی روی چهارتایی‌هایی از نمادهای مختلط مقدار تعریف می‌شود. فرض کنید  $z^{(p)}(i) = \langle y^{(p)}(4i), y^{(p)}(4i+1), y^{(p)}(4i+2), y^{(p)}(4i+3) \rangle$  چهارتایی نماد  $i$  برای درگاه آنتن  $p$  را نشان می‌دهد. بستک چهارتایی‌های  $z^{(p)}(0), \dots, z^{(p)}(M_{\text{quad}} - 1)$  که  $M_{\text{quad}} = \frac{M_{\text{symb}}}{4}$  باید جایگردانی<sup>۱</sup> شود تا  $w^{(p)}(0), \dots, w^{(p)}(M_{\text{quad}} - 1)$  حاصل شود. جایگشت باید مطابق جاگذارکننده زیر بستکی<sup>۲</sup> در بند ۵-۴-۱-۲ از [3] 3GPP TS 36.213 با استثنائات زیر باشد:

- ورودی و خروجی به جاگذارکننده به جای بیت‌ها توسط چهارتایی‌های نماد تعریف می‌شود.
- جاگذاری به جای بیت‌ها روی چهارتایی‌های نماد به ترتیب با تعویض عبارت‌های «بیت»، «بیت‌ها» و «دنباله بیت» با «چهارتایی نماد»، «چهارتایی‌های نماد» و «دنباله چهارتایی نماد» در بند ۵-۴-۱-۲ از [3] 3GPP TS 36.212 انجام می‌شود.

عناصر  $\langle NULL \rangle$  در خروجی جاگذارکننده در [3] 3GPP TS 36.212 هنگام تشکیل  $w^{(p)}(0), \dots, w^{(p)}(M_{\text{quad}} - 1)$  باید حذف شوند. توجه شود که حذف عناصر  $\langle NULL \rangle$  تاثیری بر عناصر  $\langle NIL \rangle$  وارد شده در بند ۶-۸-۲ ندارد.

بستک چهارتایی‌های  $w^{(p)}(0), \dots, w^{(p)}(M_{\text{quad}} - 1)$  باید به صورت چرخشی جایجا شود تا  $\bar{w}^{(p)}(i) = w^{(p)}((i + N_{ID}^{cell}) \bmod M_{\text{quad}})$  حاصل شود که  $\bar{w}^{(p)}(0), \dots, \bar{w}^{(p)}(M_{\text{quad}} - 1)$  نگاشت بستک چهارتایی‌های  $\bar{w}^{(p)}(0), \dots, \bar{w}^{(p)}(M_{\text{quad}} - 1)$  بر حسب گروه‌های عنصر منبع، مشخص شده در بند ۶-۲-۴، مطابق مراحل ۱-۱۰ زیر تعریف می‌شود:

۱. مقدار دهی اولیه کنید:  $m'=0$  (تعداد گروه عنصر منبع)
۲. مقدار دهی اولیه کنید:  $k'=0$
۳. مقدار دهی اولیه کنید:  $l'=0$
۴. اگر عنصر منبع  $(k', l')$  نشان دهنده یک گروه عنصر منبع بود و گروه عنصر منبع به PCFICH یا PHICH تخصیص داده نشده است، مراحل ۵ و ۶ را انجام دهید در غیر این صورت به مرحله ۷ بروید.
۵. برای هر درگاه آنتن  $p$  چهارتایی نماد  $\bar{w}^{(p)}(m')$  را به گروه عنصر منبع نشان داده شده با  $(k', l')$  نگاشت کنید.
۶.  $m'$  را یکی اضافه کنید.
۷.  $l'$  را یکی اضافه کنید.

1-permuted  
2-sub-block interleaver

۸. اگر  $L' < L$  است، از مرحله ۴ تکرار کنید، که L همانطور که توسط دنباله ارسال شده روی PCFICH نشان داده شده است، متناظر به تعداد نمادهای OFDM استفاده شده برای ارسال PDCCH است.

۹.  $k'$  را یکی اضافه کنید.

۱۰. اگر  $k' < N_{RB}^{DL} \cdot N_{SC}^{RB}$  است، از مرحله ۳ تکرار کنید.

## ۶-۸-الف مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی بهبود یافته

### ۶-۸-الف-۱ قالب‌های EPDCCH

مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی بهبود یافته (EPDCCH) واگذاری‌های زمان‌بندی<sup>۱</sup> را حمل می‌کند. یک مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی بهبود یافته با استفاده از تجمیع یک یا چند عنصر مجرای واپایش بهبود یافته متوالی (ECCEs) ارسال می‌شود که هر ECCE متشکل از چندین گروه عنصر منبع بهبود یافته (EREGs) تعریف شده در بند ۶-۲-۴ الف می‌باشد. تعداد ECCEهای استفاده شده برای یک EPDCCH همانطور که توسط جدول ۵۸ ارائه شده است، به قالب EPDCCH بستگی دارد و تعداد EREG ها به ازای هر ECCE توسط جدول ۵۷ ارائه شده است. هر دو ارسال متمرکز و توزیع شده پشتیبانی شده‌اند. یک EPDCCH می‌تواند ارسال متمرکز یا توزیع شده را به کار برد که در نگاشت ECCEها به EREG ها و جفت‌های PRB تفاوت دارند.

یک UE باید چند EPDCCH را همانطور که در 3GPP TS 36.213[4] تعریف شده، پایش نماید. یک یا دو مجموعه جفت بستک منبع فیزیکی که یک UE باید برای ارسال‌های EPDCCH پایش نماید، می‌تواند پیکربندی شود. همه نامزدهای EPDCCH در مجموعه EPDCCH،  $X_m$ ، یا فقط ارسال متمرکز و یا فقط ارسال توزیع شده را، همانطور که توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی شده است، به کار می‌برند. در مجموعه EPDCCH،  $X_m$ ، در زیرقالب  $i$ ، ECCEهای در دسترس برای ارسال EPDCCHها از صفر تا  $N_{ECCE,m,i}-1$  شماره گذاری شده‌اند و  $n$  شماره ECCE متناظر است به:

- EREG های شماره گذاری شده  $(n \bmod N_{ECCE}^{RB}) + jN_{ECCE}^{RB}$  در PRB نمایه  $[n/N_{ECCE}^{RB}]$  برای نگاشت متمرکز و

- EREG های شماره گذاری شده  $[n/N_{RB}^{X_m}] + jN_{ECCE}^{RB}$  در PRB نمایه‌های  $(n + j \max(1, N_{RB}^{X_m} / N_{EREG}^{ECCE})) \bmod N_{RB}^{X_m}$  برای نگاشت توزیع شده،

که  $1 - N_{EREG}^{ECCE}, j = 0, 1, \dots, N_{EREG}^{ECCE}$  تعداد EREGها به ازای هر ECCE است و  $N_{ECCE}^{RB} = 16 / N_{EREG}^{ECCE}$  تعداد ECCEها به ازای هر جفت بستک منبع می‌باشد. فرض می‌شود در این پاراگراف جفت‌های بستک منبع فیزیکی تشکیل دهنده مجموعه EPDCCH،  $X_m$ ، با ترتیب صعودی از ۰ تا  $N_{RB}^{X_m} - 1$  شماره‌گذاری شده‌اند.

جدول ۵۷- تعداد EREG ها به ازای هر ECCE،  $N_{ECCE}^{EREG}$

| پیشوند چرخشی عادی     |                       | پیشوند چرخشی گسترش یافته |                       |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| زیرقاب ویژه، پیکربندی | زیرقاب ویژه، پیکربندی | زیرقاب عادی              | زیرقاب ویژه، پیکربندی |
| ۳،۴،۸                 | ۱،۲،۶،۷،۹             | ۱،۲،۳،۵،۶                | ۱،۲،۳،۵،۶             |
| 4                     |                       | 8                        |                       |

جدول ۵۸- قالب‌های EPDCCH پشتیبانی شده

| تعداد ECCE ها برای یک EPDCCH، $N_{ECCE}^{EPDCCH}$ |            |                 |            | قالب EPDCCH |
|---|------------|-----------------|------------|-------------|
| مورد B  |            | مورد A          |            |             |
| ارسال توزیع شده                                   | ارسال محلی | ارسال توزیع شده | ارسال محلی |             |
| 1   | 1          | 2               | 2          | 0           |
| 2   | 2          | 4               | 4          | 1           |
| 4   | 4          | 8               | 8          | 2           |
| 8   | 8          | 16              | 16         | 3           |
| 16  | -          | 32              | -          | 4           |

مورد A در جدول ۵۸ وقتی که شرایط متناظر با مورد ۱ در بند ۹-۱-۴ از [4] 3GPP TS 36.213 برآورده می‌شود، به کار برده می‌شود، در غیر این صورت مورد B به کار برده می‌شود. کمیت  $n_{EPDCCH}$  برای یک UE خاص و ارجاع داده شده در [4] 3GPP TS 36.213، به صورت تعداد عنصرهای منبع پیوند فرسوی  $(k,l)$  در یک جفت بستک منبع فیزیکی پیکربندی شده برای ارسال محتمل EPDCCH مجموعه  $X_0$  EPDCCH برآوردکننده همه ضوابط زیر تعریف می‌شود:

- آنها بخشی از هر کدام از ۱۶ EREG در جفت بستک منبع فیزیکی هستند و
- توسط UE فرض شده که آنها قرار نیست برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول استفاده شوند که موقعیت‌های سیگنال‌های مرجع خاص سلول توسط بند ۶-۱۰-۱-۲ داده شده است و تعداد درگاه-های آنتن برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول و جابجایی بسامدی سیگنال‌های مرجع خاص سلول همانطور که در بند ۶-۱۰-۱-۲ توصیف شده، استخراج شده است، مگر اینکه مقادیر دیگری برای این پارامترها توسط بند ۹-۱-۴-۳ در [4] 3GPP TS 36.213 فراهم شده باشد، و
- توسط UE فرض شده آنها قرار نیست برای ارسال سیگنال‌های مرجع CSI استفاده شوند که موقعیت سیگنال‌های مرجع CSI توسط بند ۶-۱۰-۵-۲ داده شده است و پیکربندی سیگنال‌های مرجع CSI توان صفر همانطور که در بند ۶-۱۰-۵-۲ توصیف شده، به دست آمده است مگر اینکه مقادیر دیگری توسط بند ۹-۱-۴-۳ در [4] 3GPP TS 36.213 فراهم شده باشد، و پیکربندی سیگنال‌های مرجع CSI توان غیر صفر همانطور که در بند ۶-۱۰-۵-۲ توصیف شده، به دست آمده است و
- نمایه  $l$  در شکاف اول در یک زیرقاب در  $l > l_{EPDCCHstart}$  صدق می‌کند که  $l_{EPDCCHstart}$  توسط بند ۹-۱-۴-۱ در [4] 3GPP TS 36.213 ارائه شده است.

#### ۶-۸-الف-۲ به هم ریختن

بستک بیت‌های  $b^{(i)}(0), \dots, b^{(i)}(M_{bit}^{(i)} - 1)$  که قرار است روی یک EPDCCH در یک زیرقاب ارسال شود باید به هم ریخته شود تا یک بستک از بیت‌های به هم ریخته  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{tot} - 1)$  مطابق رابطه زیر حاصل شود:

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

که دنباله برهم‌ریز خاص  $UEc(i)$  توسط بند ۷-۲ ارائه شده است. مولد دنباله برهم‌ریز باید با  $c_{init} = [n_s/2]2^9 + N_{ID,m}^{EPDCCH}$  مقدار دهی اولیه شود که  $m$  شماره مجموعه EPDCCH است.

#### ۶-۸-الف-۳ مدوله‌سازی

بستک بیت‌های به هم ریخته شده  $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{bit} - 1)$  باید همانطور که در بند ۷-۱ توصیف شده، مدوله شود تا یک بستک از نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $d(0), \dots, d(M_{symp} - 1)$  حاصل شود. جدول ۵۹ نکات‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای واپایش پیوند فرسوی فیزیکی بهبودیافته را نشان می‌دهد.

جدول ۵۹- نمادها و مدوله‌سازی PDCCH

| نمادها و مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
|---------------------|--------------|
| QPSK                | EPDCCH       |

#### ۶-۸-الف-۴ نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری

بستک نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار باید به یک لایه واحد نگاشت شده و مطابق  $y(i) = d(i)$ ،  $i = 0, \dots, M_{symp} - 1$  پیش‌کدگذاری شود.

#### ۶-۸-الف-۵ نگاشت به عنصرهای منبع

بستک نمادهای مختلط مقدار  $y(0), \dots, y(M_{symp} - 1)$  باید در دنباله آغازشونده با  $y(0)$  به عنصرهای منبع  $(k,l)$  روی درگاه آنتن مرتبط که همه معیارهای زیر را برآورده می‌سازد، نگاشت شود:

- آنها بخشی از EREG‌های واگذاری شده برای ارسال EPDCCH هستند و
- توسط UE فرض می‌شود که آنها قرار نیست برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول استفاده شوند که موقعیت سیگنال‌های مرجع خاص سلول توسط بند ۶-۱۰-۱-۲ ارائه شده است و تعداد درگاه‌های آنتن برای سیگنال‌های مرجع خاص سلول و جابجایی بسامدی سیگنال‌های مرجع خاص سلول همانطور که در بند ۶-۱۰-۱-۲ توصیف شده، استخراج شده است، مگر اینکه برای این پارامترها توسط بند ۹-۱-۳-۳ در [4] 3GPP TS 36.213 داده شده باشد، و
- توسط UE فرض شده آن‌ها قرار نیست برای ارسال سیگنال‌های ذیل استفاده شوند:
- سیگنال‌های مرجع CSI توان صفر که موقعیت سیگنال‌های مرجع CSI توسط بند ۶-۱۰-۵-۲ داده شده است. پیکربندی برای سیگنال‌های مرجع CSI توان صفر به صورت ذیل است:
- همانطور که در بند ۶-۱۰-۵-۲ توصیف شده، به دست می‌آید، مگر اینکه مقادیر دیگری برای این پارامترها توسط بند ۹-۱-۳-۳ در [4] 3GPP TS 36.213 فراهم شده باشد و

- توسط پیکربندی لایه بالاتر تا پنج منبع CSI-RS در نظر گرفته شده به عنوان بخشی از پیکربندی سیگنال اکتشاف، به دنبال روال برای CSI-RS توان صفر در بند ۶-۱۰-۵-۲ به دست می‌آید.

- سیگنال های مرجع CSI توان غیر صفر برای گزارش دهی CSI با پیکربندی سیگنال های مرجع CSI توان غیر صفر برای گزارش دهی CSI همانطور که در بند ۶-۱۰-۵-۲ توصیف شده به دست می‌آید، و

- نمایه  $l$  در شکاف اول در یک زیرقاب در  $l \geq l_{EPDCCHStart}$  صدق می‌کند که  $l_{EPDCCHStart}$  توسط بند ۹-۱-۴-۱ در [4] 3GPP TS 36.213 ارائه شده است.

نگاشت به عنصرهای منبع  $(k,l)$  روی درگاه آنتن  $p$  برآورده کننده معیارهای بالا باید ابتدا بر حسب نمایه  $k$  و سپس نمایه  $l$  با شروع از شکاف اول و پایان یافتن در شکاف دوم در یک زیرقاب، ترتیب صعودی داشته باشد.

برای ارسال متمرکز، درگاه آنتن واحد مورد استفاده توسط جدول ۶۰ ارائه شده است که:

$$n' = n_{ECCE,low} \bmod N_{ECCE}^{RB} + n_{RNTI} \bmod \min(N_{ECCE}^{EPDCCH}, N_{ECCE}^{RB})$$

که  $n_{ECCE,low}$  کوچکترین نمایه ECCE استفاده شده توسط این ارسال EPDCCH در مجموعه EPDCCH است،  $n_{RNTI}$  مساوی C-RNTI است و  $N_{ECCE}^{EPDCCH}$  تعداد ECCE های استفاده شده برای این EPDCCH است.

جدول ۶۰- درگاه آنتن برای استفاده برای ارسال EPDCCH متمرکز

| پیشوند چرخشی<br>گسترش یافته | پیشوند چرخشی عادی |  | $n'$ |
|-----------------------------|-------------------|--|------|
|                             | هر زیرقاب         | زیرقاب های ویژه، پیکربندی های<br>۱،۲،۶،۷،۹ |      |
| 107                         | 107               | 107  | 0    |
| 108                         | 109               | 108  | 1    |
| -                           | -                 | 109  | 2    |
| -                           | -                 | 110  | 3    |

برای ارسال توزیع شده، هر عنصر منبع در یک EREG با یک شیوه متناوب مربوط به یکی از دو درگاه آنتن می‌باشد که از درگاه آنتن ۱۰۷ آغاز می‌شود که برای پیشوند چرخشی عادی  $p \in \{107, 109\}$  و برای پیشوند چرخشی گسترش یافته  $p \in \{107, 18\}$  است.

#### ۹-۶ مجرای نشانگر ARQ ترکیبی فیزیکی

PHICH، ACK/NACK مربوط به ARQ را حمل می‌کند. چند PHICH نگاشت شده به یک مجموعه یکسان از عنصرهای منبع یک گروه PHICH را تشکیل می‌دهند که PHICH ها در یک گروه PHICH یکسان از طریق دنباله‌های متعامد متفاوت از یکدیگر جدا می‌شوند. یک منبع PHICH توسط جفت نمایه  $(n_{PHICH}^{group}, n_{PHICH}^{seq})$  شناسایی می‌شود که شماره گروه PHICH  $n_{PHICH}^{group}$  و نمایه دنباله متعامد  $n_{PHICH}^{seq}$  در گروه می‌باشند.



برای ساختار قاب نوع ۱، تعداد گروه‌های PHICH،  $n_{PHICH}^{group}$  در همه زیرقاب‌ها ثابت است و توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$n_{PHICH}^{group} = \begin{cases} [N_g(N_{RB}^{DL}/8)] & \text{برای پیشوند چرخشی عادی} \\ 2 \cdot [N_g(N_{RB}^{DL}/8)] & \text{برای پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

که  $N_g \in \{1/6, 1/2, 1, 2\}$  توسط لایه‌های بالاتر فراهم می‌شود. گستره‌نمایه  $n_{PHICH}^{group}$  از ۰ تا  $n_{PHICH}^{group} - 1$  می‌باشد.

برای ساختار قاب نوع ۲، تعداد گروه PHICH ممکن است بین زیرقاب‌ها تغییر کند و توسط  $m_i \cdot n_{PHICH}^{group}$  داده می‌شود که  $n_{PHICH}^{group}$  توسط عبارت بالا و  $m_i$  توسط جدول ۶۱ ارائه می‌شوند که پیکربندی پیوند فراسو-پیوند فروسو توسط پارامتر لایه بالاتر subframeAssignment داده می‌شود. گستره‌نمایه  $n_{PHICH}^{group}$  در یک زیرقاب با منابع PHICH غیر صفر از ۰ تا  $m_i \cdot n_{PHICH}^{group} - 1$  می‌باشد.

جدول ۶۱- ضریب  $m_i$  برای ساختار قاب نوع ۲

| شماره زیرقاب $i$ |   |   |   |   |   |   |   |   |   | پیکربندی پیوند فراسو-پیوند فروسو |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------------------------|
| 9                | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |                                  |
| 0                | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0                                |
| 1                | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1                                |
| 0                | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2                                |
| 1                | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3                                |
| 1                | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4                                |
| 0                | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5                                |
| 1                | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6                                |

### ۶-۹-۱ مدوله‌سازی

بستک بیت‌های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  ارسال شده روی یک PHICH در یک زیرقاب باید همانطور که در بند ۷-۱ توصیف شده، مدوله شود تا یک بستک از نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $z(0), \dots, z(M_s - 1)$  حاصل شود که  $M_s = M_{bit}$ . جدول ۶۲ نداشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای نشانگر ARQ ترکیبی فیزیکی را مشخص می‌کند.

جدول ۶۲- نماواره‌های مدوله‌سازی

| نماواره‌های مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
|------------------------|--------------|
| BPSK                   | PHICH        |

بستک نمادهای مدوله‌سازی  $z(0), \dots, z(M_s - 1)$  باید به صورت نمادی در یک دنباله متعامد ضرب شود و به هم ریخته شود تا یک دنباله از نمادهای مدوله‌سازی  $d(0), \dots, d(M_{symb} - 1)$  مطابق رابطه زیر حاصل شود:

$$d(i) = w(imod N_{SF}^{PHICH}). (1 - 2c(i)). z(\lfloor i/N_{SF}^{PHICH} \rfloor)$$

$$i = 0, \dots, M_{symb} - 1$$

$$M_{symb} = N_{SF}^{PHICH} \cdot M_s$$

$$N_{SF}^{PHICH} = \begin{cases} 4 & \text{پیشوند چرخشی عادی} \\ 2 & \text{پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

و  $c(i)$  یک دنباله برهم‌ریز خاص سلول تولیدشده مطابق بند ۷-۲ می‌باشد. مولد دنباله برهم‌ریز باید با  $c_{init} = ([n_s/2]+1) \cdot (2N_{ID}^{cell} + 1) \cdot 2^9 + N_{ID}^{cell}$  در شروع هر زیرقاب مقدار دهی اولیه شود. دنباله  $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PHICH} - 1)]$  توسط جدول ۶۳ داده شده است که نمایه دنباله  $n_{PHICH}^{seq}$  به شماره PHICH در گروه PHICH متناظر است.

جدول ۶۳- دنباله متعامد  $[w(0) \dots w(N_{SF}^{PHICH} - 1)]$  برای PHICH

| دنباله متعامد                                    |   | نمایه دنباله      |
|--|---|-------------------|
| پیشوند چرخشی گسترش یافته<br>$N_{SF}^{PHICH} = 2$ | پیشوند چرخشی عادی<br>$N_{SF}^{PHICH} = 4$ | $n_{PHICH}^{seq}$ |
| [+1 +1]  | [+1 +1 +1 +1]                             | 0                 |
| [+1 -1]  | [+1 -1 +1 -1]                             | 1                 |
| [+j +j]  | [+1 +1 -1 -1]                             | 2                 |
| [+j -j]  | [+1 -1 -1 +1]                             | 3                 |
| -  | [+j +j +j +j]                             | 4                 |
| -  | [+j -j +j -j]                             | 5                 |
| -  | [+j +j -j -j]                             | 6                 |
| -  | [+j -j -j +j]                             | 7                 |

#### ۶-۹-۲ هم تراز<sup>۱</sup> گروه منبع، نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری

بستک نمادهای  $d(0), \dots, d(M_{Symb} - 1)$  بهتر است ابتدا با اندازه گروه عنصر منبع هم تراز شود تا یک بستک از نمادهای  $d^{(0)}(0), \dots, d^{(0)}(c \cdot M_{Symb} - 1)$  حاصل شود که برای پیشوند چرخشی عادی  $c=1$  و برای پیشوند چرخشی گسترش یافته  $c=2$  است. برای پیشوند چرخشی عادی،  $d^{(0)}(i) = d(i)$ ،  $i = 0, \dots, M_{Symb} - 1$  است. برای پیشوند چرخشی گسترش یافته،

$$[d^{(0)}(4i)d^{(0)}(4i+1)d^{(0)}(4i+2)d^{(0)}(4i+3)]^T = \begin{cases} [d(2i)d(2i+1) \ 0 \ 0]^T n_{PHICH}^{group} \bmod 2 = 0 \\ [0 \ 0 \ d(2i)d(2i+1)]^T n_{PHICH}^{group} \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

برای  $i = 0, \dots, (M_{Symb}/2) - 1$

بستک نمادهای  $d^{(0)}(0), \dots, d^{(0)}(c \cdot M_{Symb} - 1)$  باید به لایه‌ها نگاشت شده و پیش‌کدگذاری شود تا یک بستک از بردارهای  $y(i) = [y^{(0)}(i) \dots y^{(P-1)}(i)]^T$ ،  $i = 0, \dots, c \cdot M_{Symb} - 1$  حاصل شود که  $y^{(p)}(i)$  سیگنال برای درگاه آنتن  $p, p=0, \dots, P-1$  را نشان می‌دهد و تعداد سیگنال‌های مرجع خاص سلول  $p \in \{1, 2, 4\}$  می‌باشد. عملیات نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری به طول پیشوند چرخشی و تعداد درگاه‌های آنتن استفاده شده برای ارسال PHICH بستگی دارد. PHICH باید روی مجموعه درگاه‌های آنتن یکسانی با PBCH ارسال شود.

برای ارسال روی یک درگاه آنتن واحد،  $P=1$ ، نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری به ترتیب توسط بندهای ۶-۳-۳-۳-۱ و ۱-۴-۳-۳-۱ با  $M_{Symb}^{(0)} = c \cdot M_{Symb}$  تعریف می‌شوند.

برای ارسال روی دو درگاه آنتن،  $P=2$ ، نگاشت لایه و پیش‌کدگذاری به ترتیب توسط بندهای ۳-۳-۳-۶ و ۳-۳-۳-۶-۳-۴-۳ با  $M_{\text{symb}}^{(0)} = c \cdot M_{\text{symb}}$  تعریف می‌شوند.

برای ارسال روی چهار درگاه آنتن،  $P=4$ ، نگاشت لایه توسط بندهای ۳-۳-۳-۶ با  $M_{\text{symb}}^{(0)} = c \cdot M_{\text{symb}}$  و پیش‌کدگذاری برای پیشوند چرخشی عادی اگر  $(i + n_{\text{PHICH}}^{\text{group}}) \bmod 2 = 0$  باشد یا برای پیشوند چرخشی گسترش یافته اگر  $(i + \lfloor n_{\text{PHICH}}^{\text{group}}/2 \rfloor) \bmod 2 = 0$  باشد (که  $n_{\text{PHICH}}^{\text{group}}$  شماره گروه PHICH و  $i=0,1,2$  است) توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(4i) \\ y^{(1)}(4i) \\ y^{(2)}(4i) \\ y^{(3)}(4i) \\ y^{(0)}(4i+1) \\ y^{(1)}(4i+1) \\ y^{(2)}(4i+1) \\ y^{(3)}(4i+1) \\ y^{(0)}(4i+2) \\ y^{(1)}(4i+2) \\ y^{(2)}(4i+2) \\ y^{(3)}(4i+2) \\ y^{(0)}(4i+3) \\ y^{(1)}(4i+3) \\ y^{(2)}(4i+3) \\ y^{(3)}(4i+3) \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Re}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(2)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(3)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(2)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(3)}(i)) \end{bmatrix}$$

در غیر این صورت برای  $i=0,1,2$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{bmatrix} y^{(0)}(4i) \\ y^{(1)}(4i) \\ y^{(2)}(4i) \\ y^{(3)}(4i) \\ y^{(0)}(4i+1) \\ y^{(1)}(4i+1) \\ y^{(2)}(4i+1) \\ y^{(3)}(4i+1) \\ y^{(0)}(4i+2) \\ y^{(1)}(4i+2) \\ y^{(2)}(4i+2) \\ y^{(3)}(4i+2) \\ y^{(0)}(4i+3) \\ y^{(1)}(4i+3) \\ y^{(2)}(4i+3) \\ y^{(3)}(4i+3) \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & j \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -j & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Re}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(2)}(i)) \\ \text{Re}(x^{(3)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(0)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(1)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(2)}(i)) \\ \text{Im}(x^{(3)}(i)) \end{bmatrix}$$

### ۳-۹-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

دنباله  $(\bar{y}^{(p)}(0), \dots, \bar{y}^{(p)}(M_{\text{sym}}^{(0)} - 1))$  برای هر کدام از گروه‌های PHICH توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\bar{y}^{(p)}(n) = \sum y_i^{(p)}(n)$$

که جمع روی همه PHICH‌ها در گروه PHICH است و  $y_i^{(p)}(n)$  دنباله نماد از  $i$  امین PHICH در گروه PHICH را نشان می‌دهد.

گروه‌های PHICH به واحدهای نگاشت PHICH نگاشت می‌شوند.

برای پیشوند چرخشی عادی، نگاشت گروه PHICH شماره  $m$  به واحد نگاشت PHICH شماره  $m'$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{y}_{m'}^{(p)}(n) = \bar{y}_m^{(p)}(n)$$

که:

$$m' = m = \begin{cases} 0, 1, \dots, N_{\text{PHICH}}^{\text{group}} - 1 & \text{برای ساختار قاب نوع 1} \\ 0, 1, \dots, m_i \cdot N_{\text{PHICH}}^{\text{group}} - 1 & \text{برای ساختار قاب نوع 2'} \end{cases}$$

و اینکه  $m_i$  توسط جدول ۶۱ داده می‌شود.

برای پیشوند چرخشی گسترش‌یافته نگاشت گروه PHICH شماره  $m$  و  $m+1$  به واحد نگاشت PHICH شماره  $m'$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{y}_{m'}^{(p)}(n) = \bar{y}_m^{(p)}(n) + \bar{y}_{m+1}^{(p)}(n)$$

که:

$$m' = m/2$$

$$m = \begin{cases} 0, 2, \dots, N_{PHICH}^{group} - 2 & \text{برای ساختار قاب نوع 1} \\ 0, 2, \dots, m_i \cdot N_{PHICH}^{group} - 2 & \text{برای ساختار قاب نوع 2} \end{cases}$$

و اینکه  $m_i$  توسط جدول ۶۱ داده می‌شود.

فرض کنید  $z^{(p)}(i) = \langle \tilde{y}^{(p)}(4i), \tilde{y}^{(p)}(4i+1), \tilde{y}^{(p)}(4i+2), \tilde{y}^{(p)}(4i+3) \rangle$  چهارتایی  $i = 0, 1, 2$  چهارتایی نماد  $i$  برای درگاه آنتن  $p$  را نشان دهد. نگاشت به عنصرهای منبع بر حسب چهارتایی‌های نماد مطابق مراحل ۱۰-۱ زیر تعریف می‌شود:

۱. برای هر مقدار  $l'$

۲. فرض کنید  $n_{l'}$  تعداد گروه‌های عنصر منبع واگذاری نشده به PCFICH در نماد OFDM شماره  $l'$  باشد.

۳. گروه‌های عنصر منبع واگذاری نشده به PCFICH در نماد OFDM شماره  $l'$  را از  $0$  تا  $n_{l'} - 1$  با شروع از گروه عنصر منبع با کوچکترین نمایه حوزه‌ی بسامد، شماره گذاری کنید.

۴. مقدار دهی اولیه کنید:  $m'=0$  ( شماره واحد نگاشت PHICH )

۵. برای هر مقدار از  $i=0, 1, 2$

۶. چهارتایی نماد  $z^{(p)}(i)$  از واحد نگاشت PHICH شماره  $m'$  همانطور که در بند ۶-۲-۴ مشخص شده است به گروه عنصر منبع مشخص شده با  $(k', l')$  نگاشت می‌شود که نمایه‌های  $k'_i$  و  $l'_i$  توسط مراحل ۷ و ۸ زیر داده می‌شوند:

۷. نمایه حوزه‌ی زمان  $l'_i$  توسط رابطه زیر داده می‌شود:

$$l'_i = \begin{cases} 0 & \text{مدت زمان PHICH عادی، همه زیر قاب ها} \\ ([m'/2] + i + 1) \bmod 2 & \text{مدت زمان PHICH توسعه یافته، زیر قاب های MBSFN} \\ ([m'/2] + i + 1) \bmod 2 & \text{مدت زمان PHICH گسترش یافته، زیر قاب 1 و 6 در ساختار قاب نوع 2} \\ i & \text{غیردر این صورت} \end{cases}$$

۸. نمایه حوزه‌ی بسامد  $k'_i$  را به گروه عنصر منبع با شماره واگذاری  $\bar{n}_i$  در مرحله ۳ بالا، تنظیم کنید که  $\bar{n}_i$  در حالت مدت زمان PHICH گسترش یافته در زیرقاب های MBSFN، یا مدت زمان PHICH گسترش یافته در زیرقاب های ۱ و ۶ برای ساختار قاب نوع ۲ توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$\bar{n}_i = \begin{cases} ([N_{ID}^{cell} \cdot n_{l'_i} / n_1] + m') \bmod n_{l'_i} & i = 0 \\ ([N_{ID}^{cell} \cdot n_{l'_i} / n_1] + m' + [n_{l'_i} / 3]) \bmod n_{l'_i} & i = 1 \\ ([N_{ID}^{cell} \cdot n_{l'_i} / n_1] + m' + [2n_{l'_i} / 3]) \bmod n_{l'_i} & i = 2 \end{cases}$$

و در غیر این صورت توسط رابطه زیر:

$$\bar{n}_i = \begin{cases} ([N_{ID}^{cell} \cdot n_{l'_i} / n_0] + m') \bmod n_{l'_i} & i = 0 \\ ([N_{ID}^{cell} \cdot n_{l'_i} / n_0] + m' + [n_{l'_i} / 3]) \bmod n_{l'_i} & i = 1 \\ ([N_{ID}^{cell} \cdot n_{l'_i} / n_0] + m' + [2n_{l'_i} / 3]) \bmod n_{l'_i} & i = 2 \end{cases}$$

۹.  $m^2$  را یک واحد اضافه کنید

۱۰. از مرحله ۵ تکرار کنید تا اینکه همه واحدهای نگاشت PHICH واگذاری شوند.

مدت زمان PHICH مطابق جدول ۶۴ توسط لایه‌های بالاتر قابل پیکربندی است.

جدول ۶۴- مدت زمان PHICH در زیرقاب‌های MBSFN و غیر MBSFN

| زیرقاب‌های MBSFN روی یک حامل پشتیبانی کننده PDSCH | زیرقاب‌های غیر MBSFN |   | مدت زمان PHICH |
|---|----------------------|---|----------------|
|   | همه موارد دیگر       | زیرقاب‌های ۱ و ۶ در حالت ساختار قاب نوع ۲ |                |
| 1   | 1                    | 1   | عادی           |
| 2   | 3                    | 2   | گسترش یافته    |

#### ۱۰-۶ سیگنال‌های مرجع

شش نوع از سیگنال‌های مرجع پیوند فروسو تعریف می‌شوند:

- سیگنال مرجع خاص سلول (CRC) <sup>۱</sup>
- سیگنال مرجع MBSFN
- سیگنال مرجع خاص UE(DM-RS) مربوط به PDSCH
- سیگنال مرجع وامدوله‌سازی (DM-RS) مربوط به EPDCCH
- سیگنال مرجع موقعیت یابی (PRS) <sup>۲</sup>
- سیگنال مرجع CSI (CSI-RS) <sup>۳</sup>

یک سیگنال مرجع ارسال شده به ازای هر درگاه آنتن پیوند فروسو وجود دارد.

#### ۱-۱۰-۶ سیگنال‌های مرجع خاص سلول (CRS)

UE ممکن است فرض کند سیگنال‌های مرجع خاص سلول در موارد زیر در یک سلول پشتیبانی کننده ارسال PDSCH ارسال می‌شوند مگر آنکه غیر آن در [4، بند ۱۲] بیان شود:

- همه زیرقاب‌های پیوند فروسو برای ساختار قاب نوع ۱
  - همه زیرقاب‌های پیوند فروسو و DwPTS برای ساختار قاب نوع ۲
- سیگنال‌های مرجع خاص سلول روی یک یا چند تا از درگاه‌های آنتن ۰ تا ۳ ارسال می‌شوند. سیگنال‌های مرجع خاص سلول تنها برای  $\Delta f = 15kHz$  تعریف می‌شوند.

#### ۱-۱۰-۶-۱ تولید دنباله

دنباله سیگنال مرجع  $r_{l,n_s}(m)$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

1 - Cell-specific Reference Signal  
2 - Positioning Reference Signal  
3 - CSI Reference Signal

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, 2N_{RB}^{max,DL} - 1$$

که  $n_s$  شماره شکاف در یک قاب رادیویی و  $l$  شماره نماد OFDM در شکاف می‌باشند.

دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  در بند ۷-۲ تعریف می‌شود. مولد دنباله شبه تصادفی باید با

$$c_{init} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{cell} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{cell} + N_{CP}$$

در شروع هر نماد OFDM مقداردهی اولیه شود که

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{برای CP عادی} \\ 0 & \text{برای CP گسترش یافته} \end{cases}$$

#### ۶-۱۰-۱-۲ نگاشت به عنصرهای منبع

دنباله سیگنال مرجع  $r_{l,n_s}(m)$  باید به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $a_{k,l}^{(p)}$  استفاده شده به عنوان نماد-های مرجع برای درگاه  $p$  در شکاف  $n_s$  مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m')$$

که:

$$\begin{aligned} k &= 6m + (v + v_{shift}) \bmod 6 \\ l &= \begin{cases} 0, N_{symb}^{DL} - 3 & \text{اگر } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{اگر } p \in \{2,3\} \end{cases} \\ m &= 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{RB}^{DL} - 1 \\ m' &= m + N_{RB}^{max,DL} - N_{RB}^{DL} \end{aligned}$$

متغیرهای  $v$  و  $v_{shift}$  موقعیت در حوزه بسامد برای سیگنال‌های مرجع مختلف را تعیین می‌کنند که  $v$  توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

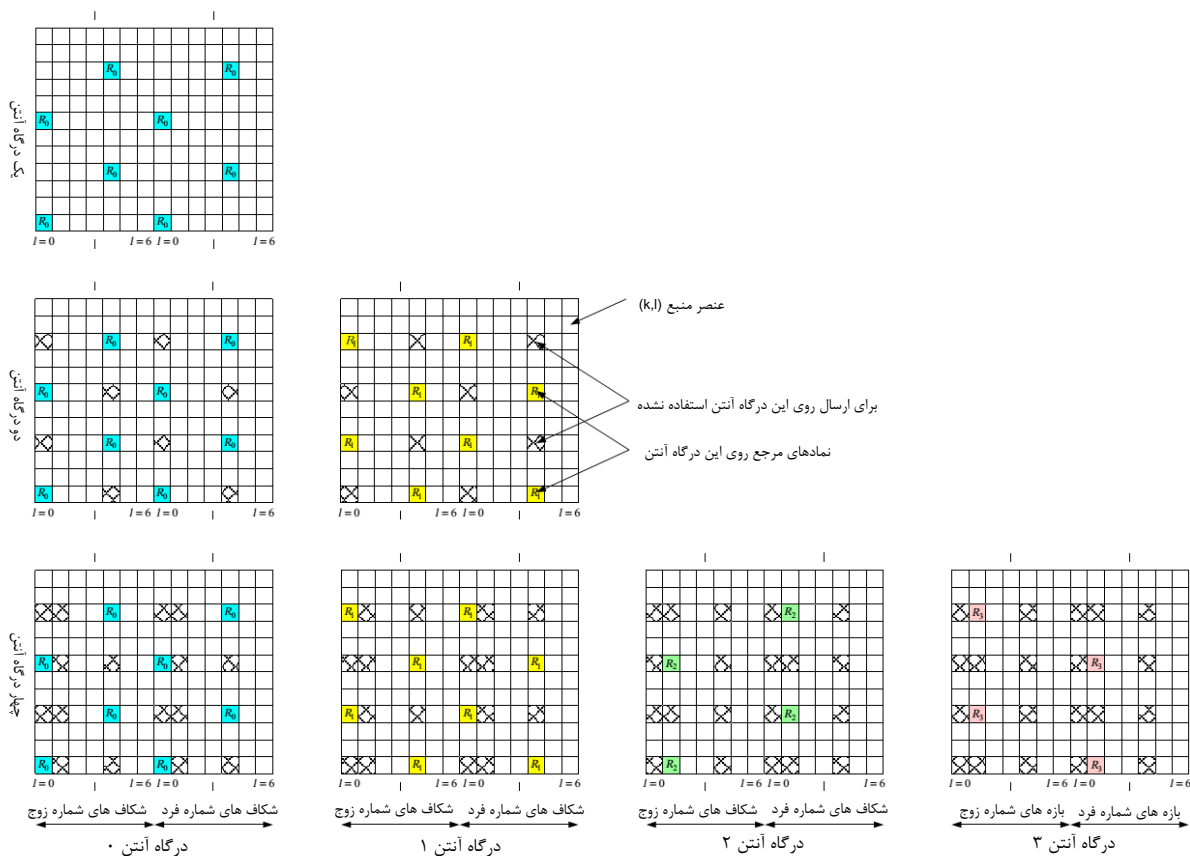
$$v = \begin{cases} 0 & \text{اگر } p = 0 \text{ و } l = 0 \\ 3 & \text{اگر } p = 0 \text{ و } l \neq 0 \\ 3 & \text{اگر } p = 0 \text{ و } l = 0 \\ 0 & \text{اگر } p = 0 \text{ و } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{اگر } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{اگر } p = 3 \end{cases}$$

جابجایی بسامدی خاص سلول توسط  $v_{shift} = N_{ID}^{cell} \bmod 6$  ارائه می‌شود.

عنصرهای منبع  $(k,l)$  استفاده شده برای ارسال سیگنال‌های مرجع خاص سلول روی هر کدام از درگاه‌های آنتن در یک شکاف نباید برای هیچ‌ارسالی روی هیچ درگاه آنتن دیگری در همان شکاف استفاده شده و به صفر مقداردهی شوند.

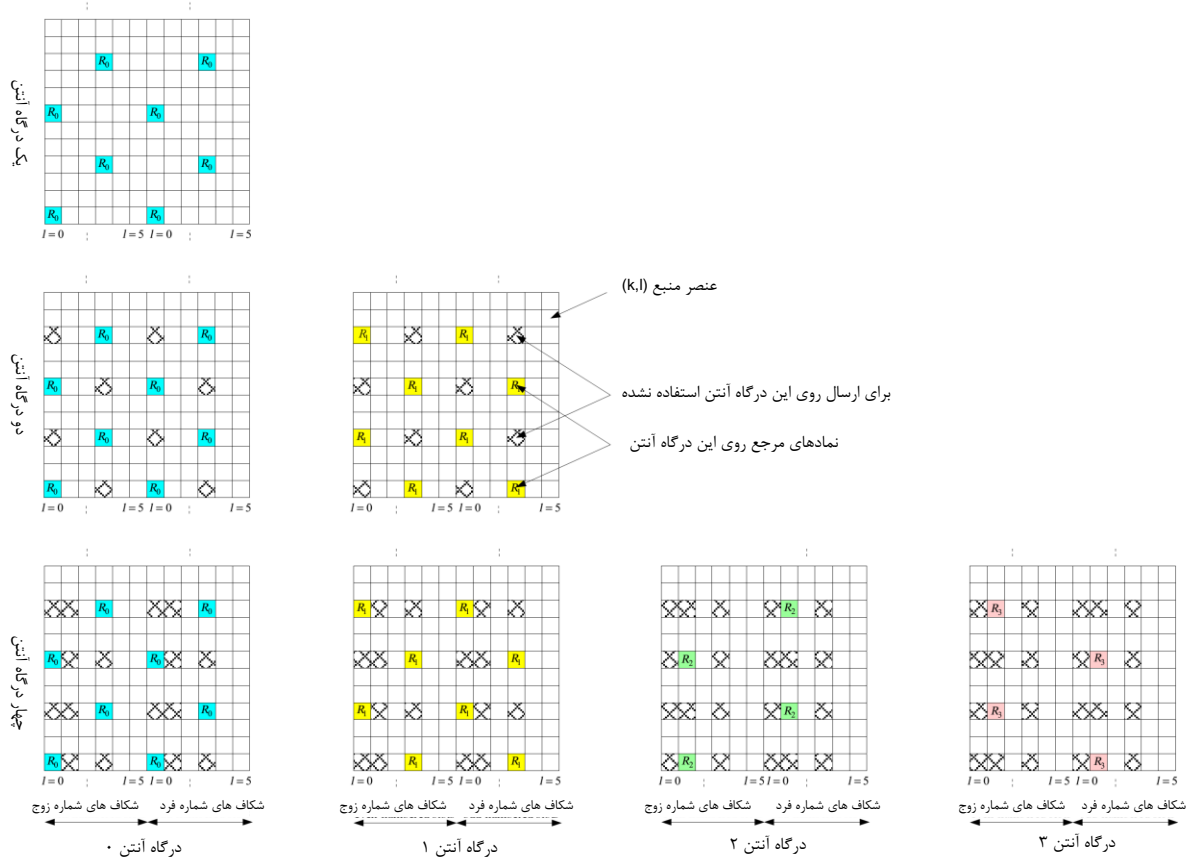
در یک زیرقاب MBSFN، سیگنال‌های مرجع خاص سلول باید تنها در ناحیه غیر MBSFN از زیرقاب MBSFN ارسال شوند.

شکل‌های ۱۰ و ۱۱ عنصرهای منبع استفاده شده برای ارسال سیگنال مرجع مطابق تعریف بالا را نشان می‌دهد. نماد  $R_p$  برای نشان دادن یک عنصر منبع استفاده شده برای ارسال سیگنال مرجع روی درگاه آنتن  $p$  به کار می‌رود.



شکل ۱۰- نگاشت سیگنال های مرجع پیوند فرسو (پیشوند چرخشی عادی)





شکل ۱۱- نگاشت سیگنال های مرجع پیوند فروسو (پیشوند چرخشی گسترش یافته)

### ۲-۱۰-۶ سیگنال های مرجع MBSFN

سیگنال های مرجع MBSFN باید تنها هنگامی که PMCH ارسال می شود در ناحیه MBSFN از زیرقاب- های MBSFN ارسال شوند. سیگنال های مرجع MBSFN تنها برای پیشوند چرخشی گسترش یافته تعریف می شوند.

### ۱-۲-۱۰-۶ تولید دنباله

دنباله سیگنال مرجع  $MBSFN r_{l,n_s}(m)$  توسط رابطه زیر تعریف می شود:

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, 6N_{RB}^{max,DL} - 1$$

که  $n_s$  شماره شکاف در یک قاب رادیویی و  $l$  شماره نماد OFDM در شکاف می باشند.

دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  در بند ۷-۲ تعریف می شود. مولد دنباله شبه تصادفی باید با

$$c_{init} = 2^9 \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{MBSFN} + 1) + N_{ID}^{MBSFN}$$

در شروع هر نماد OFDM مقداردهی اولیه شود.

### ۲-۲-۱۰-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

دنباله سیگنال مرجع  $r_{l,n_s}(m')$  در نماد OFDM شماره  $l$  باید به نمادهای مدوله سازی مختلط مقدار  $a_{k,l}^{(p)}$  با

$p=4$  مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m')$$

که:

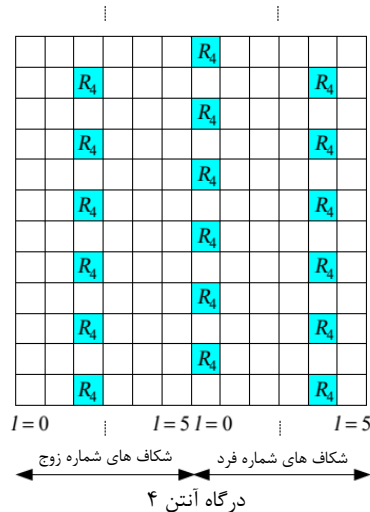
$$k = \begin{cases} 2m & \text{اگر } l \neq 0 \text{ و } \Delta f = 15\text{kHz} \\ 2m + 1 & \text{اگر } l = 0 \text{ و } \Delta f = 15\text{kHz} \\ 4m & \text{اگر } l \neq 0 \text{ و } \Delta f = 7.5\text{kHz} \\ 4m + 2 & \text{اگر } l = 0 \text{ و } \Delta f = 7.5\text{kHz} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 2 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و } \Delta f = 15\text{kHz} \\ 0,4 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \text{ و } \Delta f = 15\text{kHz} \\ 1 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و } \Delta f = 7.5\text{kHz} \\ 0,2 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \text{ و } \Delta f = 7.5\text{kHz} \end{cases}$$

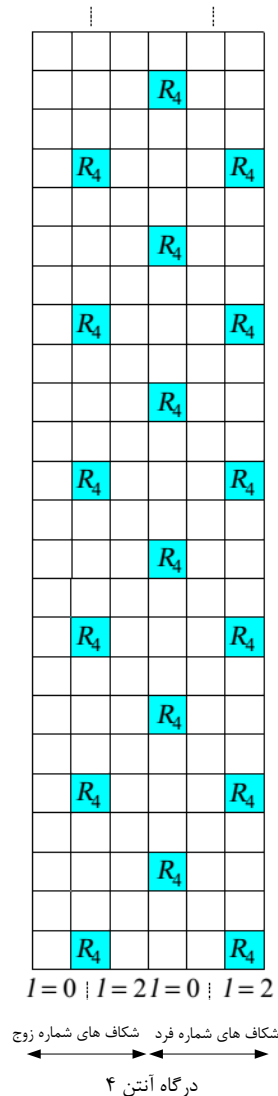
$$m = 0, 1, \dots, 6N_{RB}^{DL} - 1$$

$$m' = m + 3(N_{RB}^{max,DL} - N_{RB}^{DL})$$

شکل ۱۲ عنصرهای منبع استفاده شده برای ارسال سیگنال مرجع MBSFN در حالت  $\Delta f = 15\text{kHz}$  را نشان می‌دهد. در حالت  $\Delta f = 7.5\text{kHz}$  برای یک سلول اختصاصی MBSFN، سیگنال مرجع MBSFN باید مطابق شکل ۱۳ به عنصرهای منبع نگاشت شود. نماد  $R_p$  برای نشان دادن یک عنصر منبع استفاده شده برای ارسال سیگنال مرجع روی درگاه آنتن p استفاده می‌شود.



شکل ۱۲- نگاشت سیگنال های مرجع MBSFN (پیشوند چرخشی گسترش یافته،  $\Delta f = 15\text{kHz}$ )



شکل ۱۳- نگاشت سیگنال های مرجع MBSFN (پیشوند چرخشی گسترش یافته،  $\Delta f = 7.5kHz$ )

### ۳-۱۰-۶ سیگنال های مرجع خاص UE مربوط به PDSCH

سیگنال های مرجع خاص UE مربوط به PDSCH:

- روی درگاه (های) آنتن  $p = 5, p = 7, p = 8$ ، یا  $p = 7, 8, \dots, v + 6$  ارسال می شوند که  $v$  تعداد لایه های استفاده شده برای ارسال PDSCH است.
  - فقط اگر ارسال PDSCH مربوط به درگاه آنتن متناظر مطابق با بند ۷-۱ در 3GPP TS 36.213[4] باشد، موجود هستند و یک مرجع معتبر برای واندوله سازی PDSCH می باشند.
  - تنها روی بستک های منبع فیزیکی که PDSCH متناظر بر آن نگاشت شده است، ارسال می شوند.
- یک سیگنال مرجع خاص UE مربوط به PDSCH در عنصرهای منبع  $(k,l)$  که در آن یکی از مجراهای فیزیکی یا سیگنال های فیزیکی غیر از سیگنال های مرجع خاص UE تعریف شده در ۶-۱ ارسال شده است، با استفاده از عنصرهای منبع با زوج نمایه  $(k,l)$  یکسان صرف نظر از درگاه آنتن  $p$  آنها، ارسال نمی شود.

### ۶-۱۰-۳-۱ تولید دنباله

برای درگاه آنتن ۵، دنباله سیگنال مرجع خاص  $UEr_{n_s}(m)$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$r_{n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, 12N_{RB}^{PDSCH} - 1$$

که  $N_{RB}^{PDSCH}$  پهنای باند واگذاری شده در بستک های منبع ارسال PDSCH متناظر را نشان می‌دهد. دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  در بند ۷-۲ تعریف می‌شود. مولد دنباله شبه تصادفی باید با

$$c_{init} = ([n_s/2] + 1) \cdot (2N_{ID}^{cell} + 1) \cdot 2^{16} + n_{RNTI}$$

در شروع هر زیرقاب مقداردهی اولیه شود که  $n_{RNTI}$  همانطور که در بند ۷-۱ [4] 3GPP TS 36.213 توصیف شده می‌باشد.

برای هر کدام از درگاه‌های آنتن  $p \in \{7, 8, \dots, v + 6\}$  دنباله سیگنال مرجع  $r(m)$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)),$$

$$m = \begin{cases} 0, 1, \dots, 12N_{RB}^{max,DL} - 1 & \text{پیشوند چرخشی عادی} \\ 0, 1, \dots, 16N_{RB}^{max,DL} - 1 & \text{پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  همانطور که در بند ۷-۲ تعریف شده، می‌باشد. مولد دنباله شبه تصادفی باید با:

$$c_{init} = ([n_s/2] + 1) \cdot (2N_{ID}^{(n_{SCID})} + 1) \cdot 2^{16} + n_{SCID}$$

در شروع هر زیرقاب مقداردهی اولیه شود.

کمیت‌های  $N_{ID}^{(i)}$ ،  $i = 0, 1$ ، به صورت زیر ارائه می‌شوند:

- اگر هیچ مقداری برای  $n_{ID}^{DMRS,i}$  توسط لایه‌های بالاتر فراهم نشده باشد یا اگر DCI قالب 1A، 2B یا

2C برای DCI مربوط به ارسال PDSCH استفاده شده باشد،  $n_{ID}^{(i)} = N_{ID}^{cell}$

- در غیر این صورت  $n_{ID}^{(i)} = N_{ID}^{DMRS,i}$

مقدار  $n_{SCID}$  صفر است مگر اینکه غیر از این تعیین شده باشد. برای یک ارسال PDSCH روی درگاه‌های ۷ یا ۸،  $n_{SCID}$  توسط DCI قالب 2B، 2C یا 2D در [3] 3GPP TS 36.212 مربوط به ارسال PDSCH ارائه می‌شود.

در حالت DCI قالب 2B،  $n_{SCID}$  توسط فیلد شناسایی به هم ریختن<sup>۱</sup> مطابق جدول ۶۵ مشخص می‌شود. در حالت DCI قالب‌های 2C یا 2D،  $n_{SCID}$  توسط جدول ۵-۳-۳-۱-۵ (۱) در [3] 3GPP TS 36.212 ارائه می‌شود.

جدول ۶۵- نگاشت فیلد شناسایی به هم ریختن در DCI قالب 2B به  $n_{SCID}$  مقدار برای درگاه‌های آنتن ۷ و ۸

| $n_{SCID}$ | فیلد شناسایی به هم ریختن در DCI قالب 2B (3GPP TS 36.212.[3]) |
|------------|--|
| 0          | 0  |
| 1          | 1  |

### ۶-۱۰-۳-۲ نگاشت به عنصرهای منبع

برای درگاه آنتن ۵، در یک بستک منبع فیزیکی با نمایه حوزه‌ی بسامد  $n_{PRB}$  واگذاری شده برای ارسال PDSCH متناظر، دنباله سیگنال مرجع  $n_{ns}(m)$  باید به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $a_{k,l}^{(p)}$  با  $p=5$  در یک زیرقاب مطابق رابطه زیر نگاشت شود:  
پیشوند چرخشی عادی:

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{n_s}(3 \cdot l' \cdot N_{RB}^{PDSCHE} + m')$$

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 4m' + v_{shift} & \text{اگر } l \in \{2,3\} \\ 4m' + (2 + v_{shift}) \bmod 4 & \text{اگر } l \in \{5,6\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0,1 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2,3 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0,1, \dots, 3N_{RB}^{PDSCHE} - 1$$

پیشوند چرخشی گسترش یافته:

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{n_s}(4 \cdot l' \cdot N_{RB}^{PDSCHE} + m')$$

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 3m' + v_{shift} & \text{اگر } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{shift}) \bmod 3 & \text{اگر } l = 1 \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 4 & l' \in \{0,2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1,2 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0,1, \dots, 4N_{RB}^{PDSCHE} - 1$$

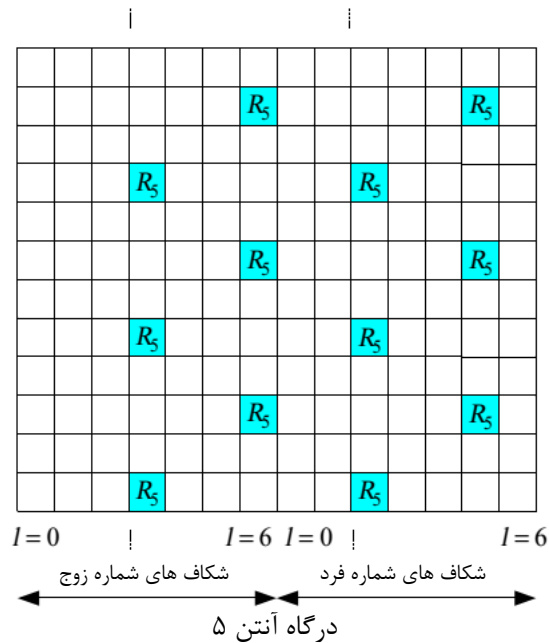
که  $m'$  شمارنده‌ی عنصرهای منبع سیگنال‌های مرجع خاص UE در یک نماد OFDM مربوط به ارسال PDSCH می‌باشد.

جابجایی بسامدی خاص سلول توسط  $v_{shift} = N_{ID}^{cell} \bmod 3$  ارائه می‌شود.

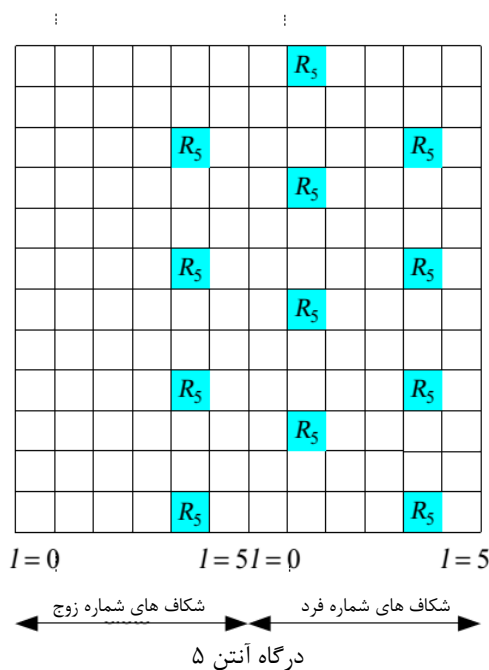
نگاشت باید بر حسب نمایه حوزه بسامد  $n_{PRB}$  و بستک‌های منبع فیزیکی واگذاری شده برای ارسال PDSCH متناظر، ترتیب صعودی داشته باشد. کمیت  $N_{RB}^{PDSCHE}$  پهنای باند واگذاری شده در بستک‌های منبع ارسال PDSCH متناظر را نشان می‌دهد.

شکل ۱۴ عنصرهای منبع استفاده شده برای سیگنال‌های مرجع خاص UE برای پیشوند چرخشی عادی برای درگاه آنتن ۵ را نشان می‌دهد.

شکل ۱۵ عنصرهای منبع استفاده شده برای سیگنال های مرجع خاص UE برای پیشوند چرخشی گسترش یافته برای درگاه آنتن ۵ را نشان می دهد. نماد  $R_p$  برای نشان دادن یک عنصر منبع استفاده شده برای ارسال سیگنال مرجع روی درگاه آنتن  $p$  به کار می رود.



شکل ۱۴- نگاشت سیگنال های مرجع خاص UE، درگاه آنتن ۵ (پیشوند چرخشی عادی)



شکل ۱۵- نگاشت سیگنال های مرجع خاص UE، درگاه آنتن ۵ (پیشوند چرخشی گسترش یافته)

برای درگاه‌های آنتن  $p = 7, 8, \dots, v + 6$  یا  $p = 8$ ،  $p = 7$  بسامد  $n_{PRB}$  واگذاری شده برای ارسال PDSCH متناظر، یک بخش از دنباله سیگنال مرجع  $r(m)$  باید به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $a_{k,l}^{(p)}$  در یک زیرقالب مطابق رابطه زیر نگاشت شود: پیشوند چرخشی عادی:

$$a_{k,l}^{(p)} = w_p(l') \cdot r(3 \cdot l' \cdot N_{RB}^{max,DL} + 3 \cdot n_{PRB} + m')$$

که:

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & (m' + n_{PRB}) \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(3 - i) & (m' + n_{PRB}) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 5m' + N_{SC}^{RB} \cdot n_{PRB} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & p \in \{7, 8, 11, 13\} \\ 0 & p \in \{9, 10, 12, 14\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} l' \bmod 2 + 2 & \text{اگر در یک زیرقالب ویژه با پیکربندی 3, 4, 8 یا 9 باشد (جدول 2 را ببینید)} \\ l' \bmod 2 + 2 + 3 \lfloor l'/2 \rfloor & \text{اگر در یک زیرقالب ویژه با پیکربندی 1, 2, 6 یا 7 باشد (جدول 2 را ببینید)} \\ l' \bmod 2 + 5 & \text{اگر در یک زیرقالب ویژه نباشد} \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0, 1, 2, 3 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقالب ویژه با پیکربندی 1, 2, 6 یا 7 باشد (جدول 2 را ببینید)} \\ 0, 1 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقالب ویژه با پیکربندی 1, 2, 6 یا 7 نباشد (جدول 2 را ببینید)} \\ 2, 3 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \text{ و در یک زیرقالب ویژه با پیکربندی 1, 2, 6 یا 7 نباشد (جدول 2 را ببینید)} \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, 2$$

دنباله  $\bar{w}_p(i)$  توسط جدول ۶۶ ارائه شده است.

جدول ۶۶- دنباله  $\bar{w}_p(i)$  برای پیشوند چرخشی عادی

| $[\bar{w}_p(0)\bar{w}_p(1)\bar{w}_p(2)\bar{w}_p(3)]$ | درگاه آنتن $p$ |
|--|----------------|
| [+1 +1 +1 +1]  | 7              |
| [+1 -1 +1 -1]  | 8              |
| [+1 +1 +1 +1]  | 9              |
| [+1 -1 +1 -1]  | 10             |
| [+1 +1 -1 -1]  | 11             |
| [-1 -1 +1 +1]  | 12             |
| [+1 -1 -1 +1]  | 13             |
| [-1 +1 +1 -1]  | 14             |

پیشوند چرخشی گسترش یافته:

$$a_{k,l}^{(p)} = w_p(l' \bmod 2) \cdot r(4 \cdot l' \cdot N_{RB}^{max,DL} + 4 \cdot n_{PRB} + m')$$

که:

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & m' \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(1 - i) & m' \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 3m' + N_{SC}^{RB} \cdot n_{PRB} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & \text{اگر } p \in \{7, 8\} \text{ و } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2 & \text{اگر } p \in \{7, 8\} \text{ و } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$l = l' \bmod 2 + 4$$

$$l' = \begin{cases} 0,1 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقاب ویژه با پیکربندی 1,2,3,5 یا 6 باشد (جدول 2 را ببینید)} \\ 0,1 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقاب ویژه نباشد} \\ 2,3 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \text{ و در یک زیرقاب ویژه نباشد} \end{cases}$$

$$m' = 0,1,2,3$$

دنباله  $\bar{w}_p(i)$  توسط جدول ۶۷ ارائه شده است.

جدول ۶۷- دنباله  $\bar{w}_p(i)$  برای پیشوند چرخشی گسترش یافته

| $[\bar{w}_p(0)\bar{w}_p(1)]$ | درگاه آنتن p |
|------------------------------|--------------|
| [+1 +1]                      | 7            |
| [-1 +1]                      | 8            |

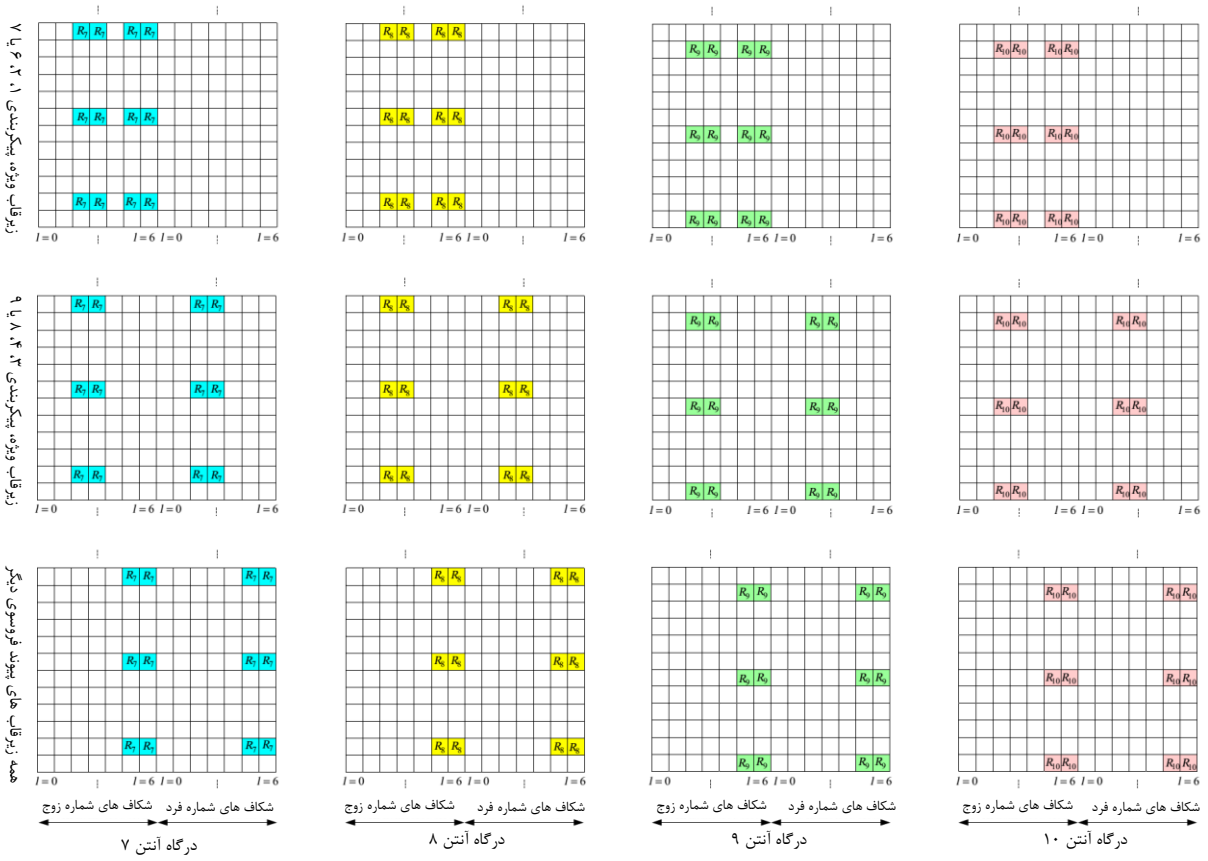
برای پیشوند چرخشی گسترش یافته، سیگنال های مرجع خاص UE روی درگاه های آنتن ۹ تا ۱۴ پشتیبانی نشده اند.

عنصرهای منبع  $(k, l)$  استفاده شده برای ارسال سیگنال های مرجع خاص UE روی هر کدام از درگاه های آنتن در مجموعه  $S$  که  $S = \{7,8,11,13\}$  یا  $S = \{9,10,12,14\}$ :

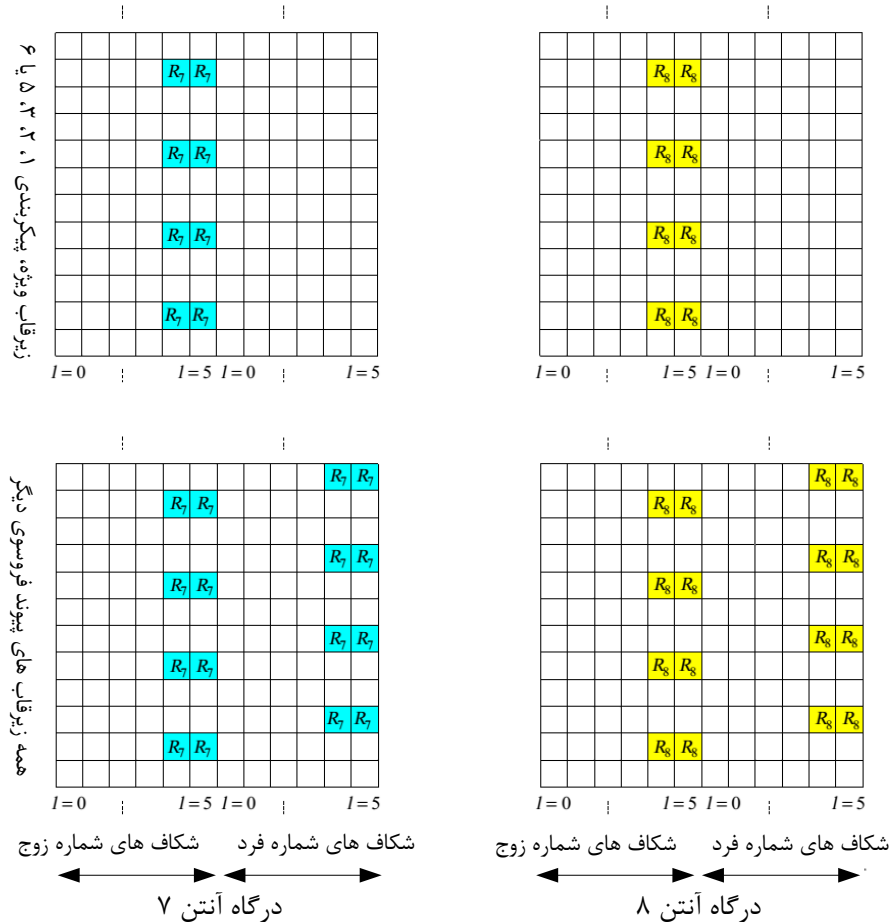
- نباید برای ارسال PDSCH روی هیچ درگاه آنتن در همان شکاف به کار روند و
- نباید برای سیگنال های مرجع خاص UE به همان UE روی هیچ یک از درگاه های آنتن به جز آنهایی که در  $S$  در همان شکاف هستند، به کار رود.

شکل ۱۶ عنصرهای منبع استفاده شده برای سیگنال های مرجع خاص UE برای پیشوند چرخشی عادی برای درگاه های آنتن ۷، ۸، ۹ و ۱۰ را نشان می دهد. شکل ۱۷ عنصرهای منبع استفاده شده برای سیگنال های مرجع خاص UE برای پیشوند چرخشی گسترش یافته برای درگاه های آنتن ۷ و ۸ را نشان می دهد.





شکل ۱۶- نگاشت سیگنال های مرجع خاص UE، درگاه های آنتن ۷، ۸، ۹ و ۱۰ (پیشوند چرخشی عادی)



شکل ۱۷- نگاهت سیگنال های مرجع خاص UE، درگاه های آنتن ۷ و ۸ (پیشوند چرخشی گسترش یافته)

### ۶-۱۰-۳- الف سیگنال های مرجع و امدوله سازی مربوط به EPDCCH

سیگنال های مرجع و امدوله سازی مربوط به EPDCCH

- روی درگاه آنتن  $p \in \{107, 108, 109, 110\}$  مشابه منبع فیزیکی EPDCCH مربوطه ارسال می شود.

- تنها اگر ارسال EPDCCH مربوط به درگاه آنتن متناظر باشد، موجود است و یک مرجع معتبر برای و امدوله سازی EPDCCH می باشد.

- تنها روی بستک های منبع فیزیکی که بر آن EPDCCH متناظر نگاهت شده است، ارسال می شود.

یک سیگنال مرجع و امدوله سازی مربوط به EPDCCH در عنصرهای منبع  $(k, l)$  که در آن یکی از مجراهای فیزیکی یا سیگنال های فیزیکی به جز سیگنال های مرجع و امدوله سازی تعریف شده در ۶-۱۰ ارسال می شود، با استفاده از عنصرهای منبع با جفت نمایه  $(k, l)$  یکسان بدون توجه به درگاه آنتن  $p$  آنها، ارسال نمی شود.

### ۶-۱۰-۳- الف-۱ تولید دنباله

برای هر کدام از درگاه های آنتن  $p \in \{107, 108, 109, 110\}$  دنباله سیگنال مرجع  $r(m)$  توسط رابطه زیر تعریف می شود:

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = \begin{cases} 0, 1, \dots, 12N_{RB}^{\max, DL} - 1 & \text{پیشوند چرخشی عادی} \\ 0, 1, \dots, 16N_{RB}^{\max, DL} - 1 & \text{پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

دنباله شبه تصادفی  $c(n)$  در بند ۷-۲ تعریف می‌شود. مولد دنباله شبه تصادفی باید با

$$c_{\text{init}} = ([n_S/2] + 1) \cdot (2n_{\text{ID},i}^{\text{EPDCCH}} + 1) \cdot 2^{16} + n_{\text{SCID}}^{\text{EPDCCH}}$$

در شروع هر زیرقاپ مقدار دهی اولیه شود که  $n_{\text{SCID}}^{\text{EPDCCH}} = 2$  و  $n_{\text{ID},i}^{\text{EPDCCH}}$  توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی می‌شود. مجموعه EPDCCH که EPDCCH مربوط به سیگنال مرجع و امده‌سازی به آن تعلق دارد با  $i \in \{0, 1\}$  مشخص می‌شود.

### ۶-۱۰-۳-الف-۲ نگاشت به عنصرهای منبع

برای درگاه آنتن  $p \in \{107, 108, 109, 110\}$  در یک بستک منبع فیزیکی  $n_{\text{PRB}}$  واگذاری شده برای EPDCCH مربوطه، یک بخش از دنباله سیگنال مرجع  $r(m)$  باید به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $a_{k,l}^{(p)}$  در یک زیرقاپ مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

پیشوند چرخشی عادی:

$$a_{k,l}^{(p)} = w_p(l') \cdot r(3 \cdot l' \cdot N_{\text{RB}}^{\max, DL} + 3 \cdot n_{\text{PRB}} + m')$$

که:

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(3 - i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 5m' + N_{\text{SC}}^{\text{RB}} n_{\text{PRB}} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & p \in \{107, 108\} \\ 0 & p \in \{109, 110\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} l' \bmod 2 + 2 & \text{اگر در یک زیرقاپ ویژه با پیکربندی ۳، ۴، ۸ یا ۹ باشد (جدول ۲ را ببینید)} \\ l' \bmod 2 + 2 + 3[l'/2] & \text{اگر در یک زیرقاپ ویژه با پیکربندی ۱، ۲، ۶ یا ۷ باشد (جدول ۲ را ببینید)} \\ l' \bmod 2 + 5 & \text{اگر در یک زیرقاپ ویژه نباشد} \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0, 1, 2, 3 & \text{اگر } n_S \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقاپ ویژه با پیکربندی ۱، ۲، ۶ یا ۷ باشد (جدول ۲ را ببینید)} \\ 0, 1 & \text{اگر } n_S \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقاپ ویژه با پیکربندی ۱، ۲، ۶ یا ۷ نباشد (جدول ۲ را ببینید)} \\ 2, 3 & \text{اگر } n_S \bmod 2 = 1 \text{ و در یک زیرقاپ ویژه با پیکربندی ۱، ۲، ۶ یا ۷ نباشد (جدول ۲ را ببینید)} \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, 2$$

دنباله  $\bar{w}_p(i)$  توسط جدول ۶۸ ارائه شده است.

جدول ۶۸- دنباله  $\bar{w}_p(i)$  برای پیشوند چرخشی عادی

| $[\bar{w}_p(0)\bar{w}_p(1)\bar{w}_p(2)\bar{w}_p(3)]$ | درگاه آنتن p |
|--|--------------|
| [+1 +1 +1 +1]  | 107          |
| [+1 -1 +1 -1]  | 108          |
| [+1 +1 +1 +1]  | 109          |
| [+1 -1 +1 -1]  | 110          |

پیشوند چرخشی گسترش یافته:

$$a_{k,l}^{(p)} = w_p(l' \bmod 2) \cdot r(4 \cdot l' \cdot N_{\text{RB}}^{\max, DL} + 4 \cdot n_{\text{PRB}} + m')$$

که:

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & m' \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(3-i) & m' \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 3m' + N_{sc}^{RB} n_{PRB} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & \text{اگر } p \in \{107, 108\} \text{ و } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2 & \text{اگر } p \in \{107, 108\} \text{ و } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$l = l' \bmod 2 + 4$$

$$l' = \begin{cases} 0,1 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقاب ویژه با پیکربندی } 1, 2, 3, 4, 5, 6 \text{ باشد (جدول ۲ را ببینید)} \\ 0,1 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \text{ و در یک زیرقاب ویژه نباشد} \\ 2,3 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \text{ و در یک زیرقاب ویژه نباشد} \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, 2, 3$$

دنباله  $\bar{w}_p(i)$  توسط جدول ۶۹ ارائه شده است

جدول ۶۹- دنباله  $\bar{w}_p(i)$  برای پیشوند چرخشی گسترش یافته

| $[\bar{w}_p(0)\bar{w}_p(1)]$ | درگاه آنتن p |
|------------------------------|--------------|
| [+1 +1]                      | 107          |
| [-1 +1]                      | 108          |

برای پیشوند چرخشی گسترش یافته، سیگنال های مرجع و امدوله سازی روی درگاه های آنتن ۱۰۹ تا ۱۱۰ پشتیبانی نشده اند.

عنصرهای منبع  $(k, l)$  استفاده شده برای ارسال سیگنال های مرجع و امدوله سازی به یک UE روی هر کدام از درگاه های آنتن در مجموعه S که  $S = \{107, 108\}$  یا  $S = \{109, 110\}$ :

- نباید برای ارسال EPDCCH روی هیچ درگاه آنتن در همان شکاف به کار روند و
- نباید برای سیگنال های مرجع و امدوله سازی به همان UE روی هیچ یک از درگاه های آنتن به جز آنهایی که در S در همان شکاف هستند، به کار رود.

جایجا کردن شماره درگاه های آنتن ۷-۱۰ با ۱۰۷-۱۱۰ در شکل ۱۶ یک نمایش از عنصرهای منبع استفاده شده برای سیگنال های مرجع و امدوله سازی مربوط به EPDCCH برای پیشوند چرخشی عادی فراهم می کند.

جایجا کردن شماره درگاه های آنتن ۷-۸ با ۱۰۷-۱۰۸ در شکل ۱۷ یک نمایش از عنصرهای منبع استفاده شده برای سیگنال های مرجع و امدوله سازی مربوط به EPDCCH برای پیشوند چرخشی گسترش یافته فراهم می کند.

#### ۴-۱۰-۶ سیگنال های مرجع موقعیت یابی<sup>۱</sup>

سیگنال های مرجع موقعیت یابی باید تنها در بستک های منبع در زیرقاب های پیوند فرسو پیکربندی شده برای ارسال سیگنال مرجع موقعیت یابی ارسال شوند. اگر هر دو زیرقاب های عادی و MBSFN به عنوان

زیرقاب‌های موقعیت یابی در یک سلول پیکربندی شده باشند، نمادهای OFDM در یک زیرقاب MBSFN پیکربندی شده برای ارسال سیگنال مرجع موقعیت یابی باید همان پیشوند چرخشی استفاده شده برای زیرقاب #0 را به کار برد. اگر تنها زیرقاب‌های MBSFN به عنوان زیرقاب‌های موقعیت یابی در یک سلول پیکربندی شده باشند، نمادهای OFDM پیکربندی شده برای سیگنال‌های مرجع موقعیت یابی در ناحیه MBSFN در این زیرقاب‌ها باید طول پیشوند چرخشی گسترش یافته را به کار برند. در یک زیرقاب پیکربندی شده برای ارسال سیگنال‌های مرجع موقعیت یابی، موقعیت‌های شروع نمادهای OFDM پیکربندی شده برای ارسال سیگنال مرجع موقعیت یابی باید با آنهایی که در یک زیرقاب که در آن همه نمادهای OFDM طول پیشوند چرخشی یکسان با نمادهای OFDM پیکربندی شده برای ارسال سیگنال مرجع موقعیت یابی دارند، یکسان باشد.

سیگنال‌های مرجع موقعیت یابی روی درگاه آنتن ۶ ارسال می‌شوند.

سیگنال‌های مرجع موقعیت یابی نباید به عنصرهای منبع  $(k, l)$  اختصاص داده شده به PSS، PBCH یا SSS بدون توجه به درگاه آنتن  $p$  آنها نگاشت شوند.

سیگنال‌های مرجع موقعیت یابی فقط برای  $\Delta f = 15 \text{ kHz}$  تعریف می‌شوند.

#### ۱-۴-۱۰-۶ تولید دنباله

دنباله سیگنال مرجع  $r_{l,n_S}(m)$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$r_{l,n_S}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, 2N_{RB}^{\max, DL} - 1$$

که  $n_S$  شماره شکاف در قاب رادیویی و  $l$  شماره نماد OFDM در شکاف می باشند. دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  در بند ۷-۲ تعریف شده است. مولد دنباله شبه تصادفی باید با

$$c_{\text{init}} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_S + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{\text{cell}} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{\text{cell}} + N_{CP}$$

در شروع هر نماد OFDM مقداردهی اولیه شود که:

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{برای CP عادی} \\ 0 & \text{برای CP گسترش یافته} \end{cases}$$

#### ۱-۴-۱۰-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

دنباله سیگنال مرجع  $r_{l,n_S}(m)$  باید به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $a_{k,l}^{(p)}$  استفاده شده به عنوان سیگنال مرجع برای درگاه آنتن  $p$  در شکاف  $n_S$  مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_S}(m')$$

که برای پیشوند چرخشی عادی:

$$k = 6(m + N_{RB}^{DL} - N_{RB}^{PRS}) + (6 - l + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 3,5,6 & \text{اگر } n_S \bmod 2 = 0 \\ 1,2,3,5,6 & \text{اگر } n_S \bmod 2 = 1 \text{ و } (PBCH \text{ آنتن } 2) \\ 2,3,5,6 & \text{اگر } n_S \bmod 2 = 1 \text{ و } (PBCH \text{ آنتن } 4) \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{RB}^{PRS} - 1$$

$$m' = m + N_{RB}^{max,DL} - N_{RB}^{PRS}$$

و برای پیشوند چرخشی گسترش یافته:

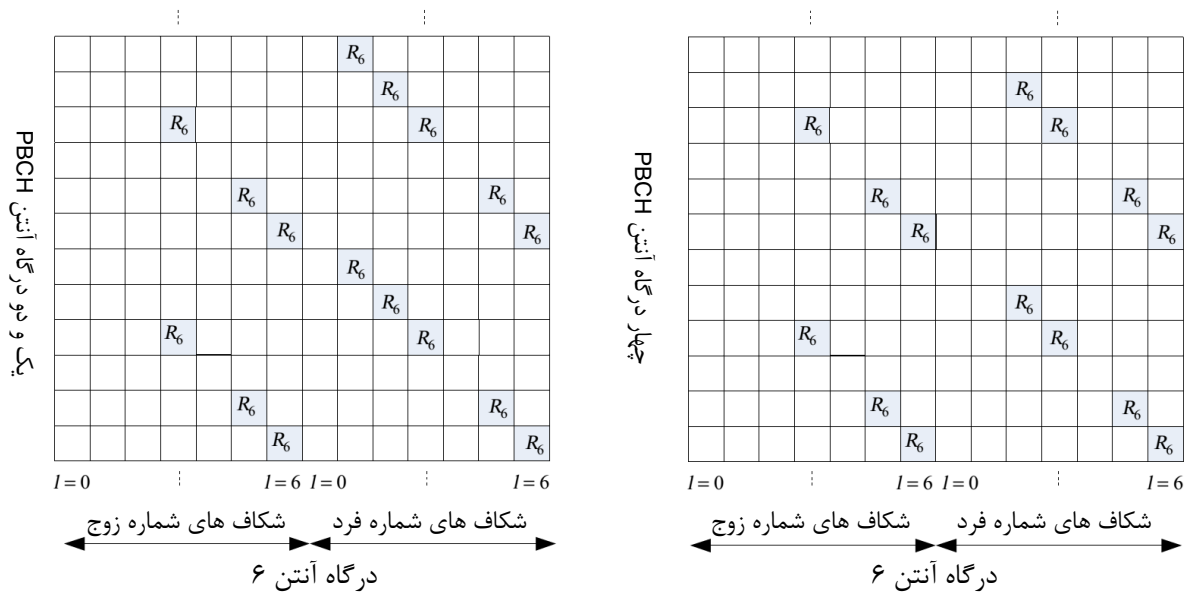
$$k = 6(m + N_{RB}^{DL} - N_{RB}^{PRS}) + (5 - l + v_{shift}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 4,5 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1,2,4,5 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \text{ و (1 یا 2 درگاه آنتن PBCH)} \\ 2,4,5 & \text{اگر } n_s \bmod 2 = 1 \text{ و (4 درگاه آنتن PBCH)} \end{cases}$$

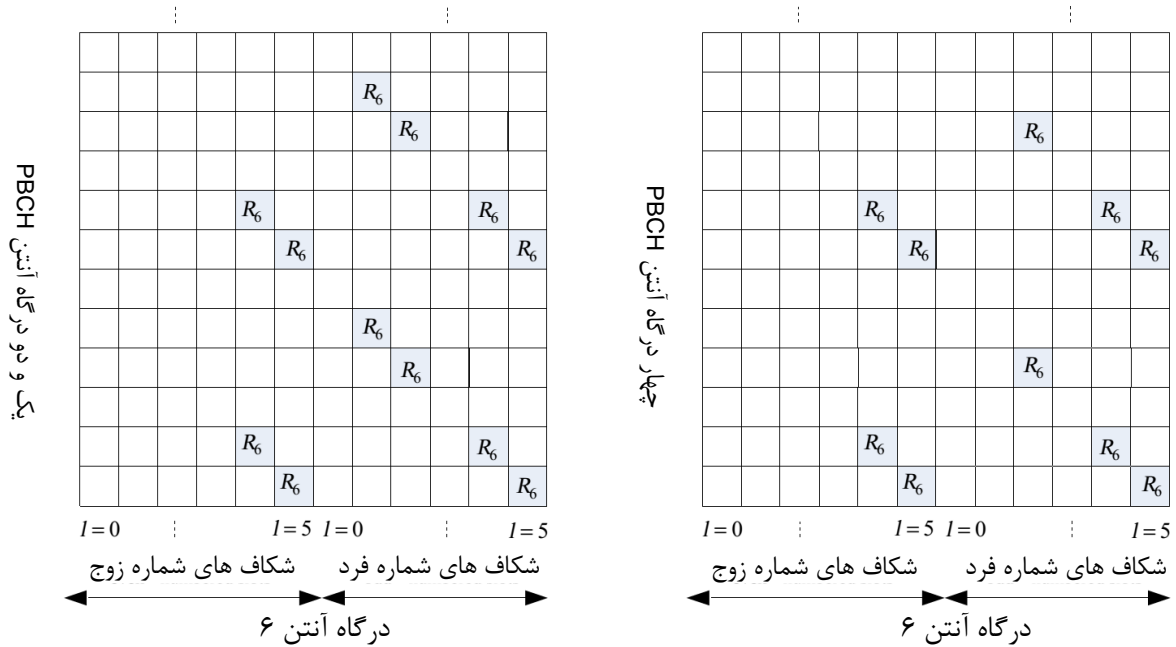
$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{RB}^{PRS} - 1$$

$$m' = m + N_{RB}^{max,DL} - N_{RB}^{PRS}$$

پهنای باند سیگنال های مرجع موقعیت یابی  $N_{RB}^{PRS}$  توسط لایه های بالاتر پیکر بندی می شود و جابجایی بسامدی خاص سلول با  $v_{shift} = N_{ID}^{cell} \bmod 6$  ارائه می شود.



شکل ۱۸- نگاشت سیگنال های مرجع موقعیت یابی (پیشوند چرخشی عادی)



شکل ۱۹- نگاشت سیگنال های مرجع موقعیت یابی (پیشوند چرخشی گسترش یافته)

### ۶-۱۰-۳ پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع موقعیت یابی

دوره پیکربندی زیرقاب خاص سلول  $T_{PRS}$  و ورنهاد زیرقاب خاص سلول  $\Delta_{PRS}$  برای ارسال سیگنال های مرجع موقعیت یابی در جدول ۷۰ فهرست شده اند. نمایه پیکربندی  $PRS$ ،  $I_{PRS}$ ، توسط لایه های بالاتر پیکربندی می شود. سیگنال های مرجع موقعیت یابی تنها در زیرقاب های DL پیکربندی شده ارسال می شوند. سیگنال های مرجع موقعیت یابی نباید در DwPTS ارسال شوند. سیگنال های مرجع موقعیت یابی باید در  $N_{PRS}$  زیرقاب پیوند فرسوی متوالی ارسال شوند که  $N_{PRS}$  توسط لایه های بالاتر پیکربندی می شود. نمونه های سیگنال مرجع موقعیت یابی، برای اولین زیرقاب از  $N_{PRS}$  زیرقاب پیوند فرسو، باید رابطه  $(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - \Delta_{PRS}) \bmod T_{PRS} = 0$  را برآورده سازد.

جدول ۷۰- پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع موقعیت یابی

| نمایه پیکربندی $PRS$ ، $I_{PRS}$ | تناوب $PRS$ ، $T_{PRS}$ (زیرقاب ها) | ورنهاد زیرقاب $PRS$ ، $\Delta_{PRS}$ (زیرقاب ها) |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 - 159                          | 160                                 | $I_{PRS}$  |
| 160 - 479                        | 320                                 | $I_{PRS} - 160$                                  |
| 480 - 1119                       | 640                                 | $I_{PRS} - 480$                                  |
| 1120 - 2399                      | 1280                                | $I_{PRS} - 1120$                                 |
| 2400-4095                        | در نظر گرفته                        |  |

### ۶-۱۰-۵ سیگنال های مرجع CSI

سیگنال های مرجع CSI روی یک، دو، چهار یا هشت درگاه آنتن به ترتیب با استفاده از  $p = 15$ ،  $p = 15, 16$ ،  $p = 15, 18, \dots$  و  $p = 15, 22, \dots$  ارسال می شوند. سیگنال های مرجع CSI تنها برای  $\Delta f = 15$  kHz تعریف می شوند.

### ۶-۱۰-۵-۱ تولید دنباله

دنباله سیگنال های مرجع  $r_{l,n_S}(m)$  توسط رابطه زیر تعریف می شود:

$$r_{l,n_S}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, N_{RB}^{\max, DL} - 1$$

که  $n_S$  شماره شکاف در یک قاب رادیویی و  $l$  شماره نماد OFDM در شکاف است. دنباله شبه تصادفی  $c(i)$  در بند ۷-۲ تعریف می شود. مولد دنباله شبه تصادفی باید با

$$c_{\text{init}} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_S + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{\text{CSI}} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{\text{CSI}} + N_{CP}$$

در شروع هر نماد OFDM مقداردهی اولیه شود که:

$$N_{CP} = \begin{cases} 1 & \text{برای CP عادی} \\ 0 & \text{برای CP گسترش یافته} \end{cases}$$

کمیت  $N_{ID}^{\text{CSI}}$  برابر  $N_{ID}^{\text{cell}}$  است، مگر این که توسط لایه های بالاتر پیکربندی شود.

### ۶-۱۰-۵-۲ نگاشت به عنصرهای منبع

در زیرقاب های پیکربندی شده برای ارسال سیگنال مرجع CSI، دنباله سیگنال مرجع  $r_{l,n_S}(m)$  باید به نمادهای مدوله سازی مختلط مقدار  $a_{k,l}^{(p)}$  استفاده شده به عنوان نمادهای مرجع روی درگاه آنتن  $p$  مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

$$a_{k,l}^{(p)} = w_{l''} \cdot r_{l,n_S}(m')$$

که:

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{برای } p \in \{15, 16\}, \text{ پیشوند چرخشی عادی} \\ -6 & \text{برای } p \in \{17, 18\}, \text{ پیشوند چرخشی عادی} \\ -1 & \text{برای } p \in \{19, 20\}, \text{ پیشوند چرخشی عادی} \\ -7 & \text{برای } p \in \{21, 22\}, \text{ پیشوند چرخشی عادی} \\ -0 & \text{برای } p \in \{15, 16\}, \text{ پیشوند چرخشی گسترش یافته} \\ -3 & \text{برای } p \in \{17, 18\}, \text{ پیشوند چرخشی گسترش یافته} \\ -6 & \text{برای } p \in \{19, 20\}, \text{ پیشوند چرخشی گسترش یافته} \\ -9 & \text{برای } p \in \{21, 22\}, \text{ پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' & \text{پیکربندی های ۰-۱۹ سیگنال مرجع CSI، پیشوند چرخشی عادی} \\ 2l'' & \text{پیکربندی های ۲۰-۳۱ سیگنال مرجع CSI، پیشوند چرخشی عادی} \\ l'' & \text{پیکربندی های ۰-۲۷ سیگنال مرجع CSI، پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p \in \{15, 17, 19, 21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{16, 18, 20, 22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0, 1$$

$$m = 0, 1, \dots, N_{RB}^{\text{DL}} - 1$$



$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{RB}^{\max, DL} - N_{RB}^{DL}}{2} \right\rfloor$$

کمیت  $(k', l')$  و شرایط لازم روی  $n_S$  توسط جدول‌های ۷۱ و ۷۲ به ترتیب برای پیشوند چرخشی عادی و گسترش یافته ارائه شده است.

پیکربندی‌های متعدد سیگنال مرجع CSI در یک سلول داده شده می‌تواند به کار رود. یک UE می‌تواند با چند مجموعه از سیگنال‌های مرجع CSI پیکربندی شود.

- پیشینه تا سه پیکربندی برای گزارش دهی CSI که برای آن UE باید توان ارسال غیر صفر برای CSI-RS فرض کند. و

- صفر پیکربندی یا بیشتر، که برای آن UE باید توان ارسال صفر فرض کند.

- صفر پیکربندی یا بیشتر معتبر در پهنای باند پیوند فرسوی سامانه به عنوان بخشی از سیگنال‌های اکتشاف که برای آن UE باید توان ارسال غیر صفر برای CSI-RS فرض کند.

پیکربندی‌های CSI-RS که برای آن UE باید توان ارسال غیر صفر فرض کند توسط لایه‌های بالاتر فراهم می‌شوند.

پیکربندی‌های CSI-RS که برای آن UE باید توان ارسال صفر در یک زیرقالب فرض کند توسط یک نقشه بیت<sup>۱</sup> استخراج شده مطابق بند ۷-۲-۷ در [4] 3GPP TS 36 213 ارائه می‌شوند. برای هر بیت تنظیم شده به یک در نقشه بیت ۱۶ بیتی، UE باید برای عنصرهای منبع متناظر به ستون چهارم سیگنال مرجع CSI در جدول‌های ۷۱ و ۷۲ به ترتیب برای پیشوند چرخشی عادی و گسترش یافته، توان ارسال صفر فرض کند، مگر برای عنصرهای منبعی که با آنهايي که برای آن UE باید -همانطور که توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی شده- توان ارسال CSI-RS غیر صفر فرض کند، همپوشانی دارند.

بیت دارای بیشترین اهمیت متناظر به کوچکترین نمایه پیکربندی سیگنال مرجع CSI است و بیت‌های بعدی در نقشه بیت متناظر به پیکربندی‌های با نمایه‌هایی با ترتیب صعودی می‌باشند.

سیگنال‌های مرجع CSI می‌توانند تنها در موارد زیر واقع شوند:

- شکاف‌های پیوند فرسو که  $n_S \bmod 2$  در شرایط جدول‌های ۷۱ و ۷۲ به ترتیب برای پیشوندهای چرخشی عادی و گسترش یافته، صدق می‌کند و

- جایی که شماره زیرقاب در شرایط بند ۶-۱۰-۵-۳ صدق می‌کند

UE باید فرض کند که سیگنال‌های مرجع CSI ارسال نشده‌اند:

- در DwPTS (ها)، در حالت ساختار قاب نوع ۲

- در زیرقاب‌هایی که ارسال CSI-RS با پیام *SystemInformationBlockType1* برخورد می‌کند

- در سلول اولیه<sup>۲</sup> در زیرقاب‌های پیکربندی شده برای ارسال پیام‌های فراخوانی در سلول اولیه برای هر UE با پیکربندی فراخوانی خاص سلول

1 - bitmap

2 - primary cell

UE باید فرض کند هیچ کدام از سیگنال های مرجع CSI متناظر به یک پیکربندی سیگنال مرجع CSI، در زیرقابهایی که ارسال هر کدام از آن سیگنال های مرجع CSI با ارسال سیگنال های همزمان سازی یا PBCH برخورد می کند، ارسال نمی شوند.

عنصرهای منبع  $(k, l)$  استفاده شده برای ارسال سیگنال های مرجع CSI روی هر کدام از درگاه های آنتن در مجموعه  $S$ ، که  $S = \{15\}$ ،  $S = \{15, 16\}$ ،  $S = \{17, 18\}$ ،  $S = \{19, 20\}$  یا  $S = \{21, 22\}$  نباید برای ارسال PDSCH روی هیچ درگاه آنتنی در همان شکاف استفاده شوند.

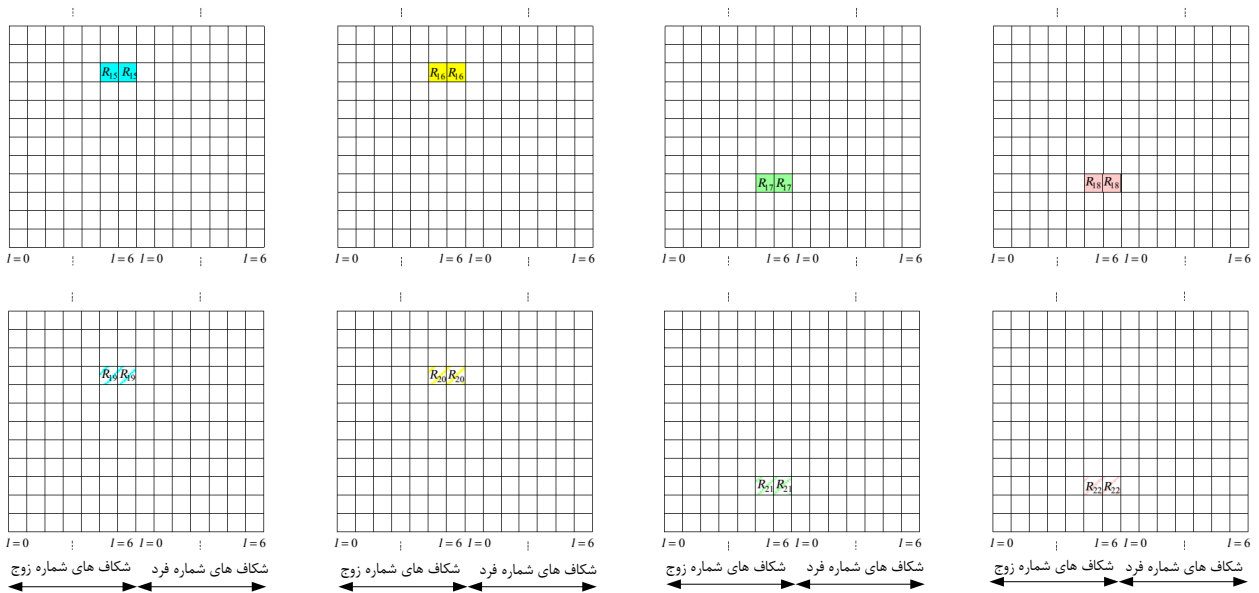
نگاشت سیگنال مرجع CSI پیکربندی صفر در شکل های ۲۰ و ۲۱ نشان داده شده است.

جدول ۷۱- نگاشت از پیکربندی سیگنال مرجع CSI به  $(k', l')$  برای پیشوند چرخشی عادی

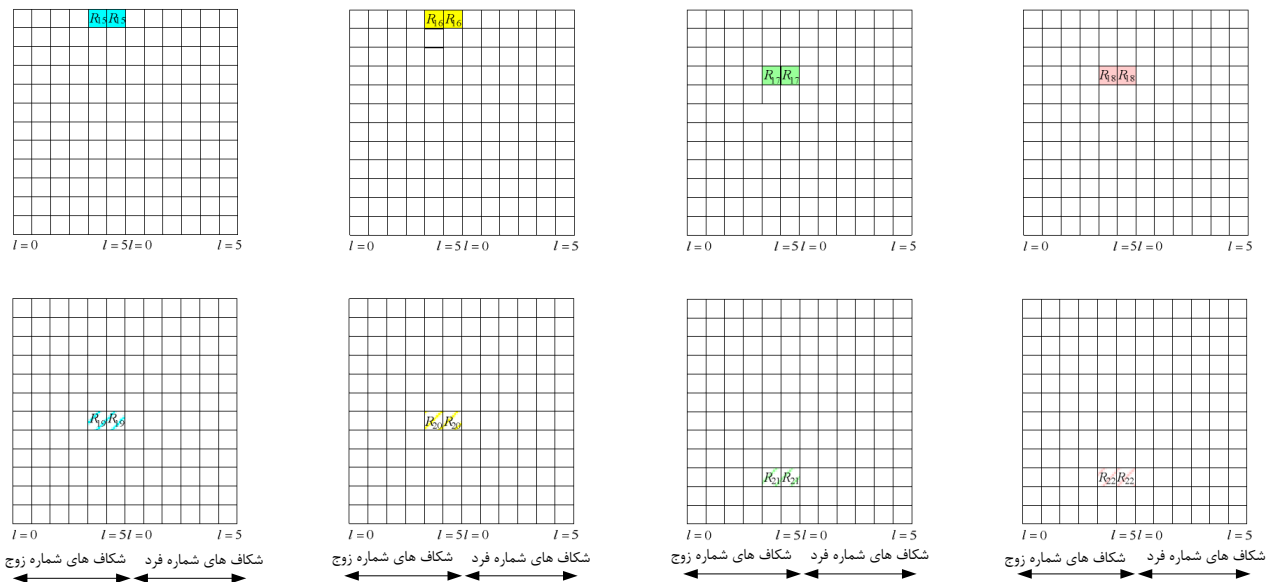
| تعداد سیگنال های مرجع CSI پیکربندی شده |            |                     |            |                     |            | پیکربندی سیگنال مرجع CSI | ساختار قالب نوع ۱ و ۲ |
|--|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| ۸                                      |            | ۴                   |            | ۱ یا ۲              |            |                          |                       |
| $n_{\zeta} \bmod 2$                    | $(k', l')$ | $n_{\zeta} \bmod 2$ | $(k', l')$ | $n_{\zeta} \bmod 2$ | $(k', l')$ |                          |                       |
| 0                                      | (9,5)      | 0                   | (9,5)      | 0                   | (9,5)      | ۰                        |                       |
| 1                                      | (11,2)     | 1                   | (11,2)     | 1                   | (11,2)     | ۱                        |                       |
| 1                                      | (9,2)      | 1                   | (9,2)      | 1                   | (9,2)      | ۲                        |                       |
| 1                                      | (7,2)      | 1                   | (7,2)      | 1                   | (7,2)      | ۳                        |                       |
| 1                                      | (9,5)      | 1                   | (9,5)      | 1                   | (9,5)      | ۴                        |                       |
|  |            | 0                   | (8,5)      | 0                   | (8,5)      | ۵                        |                       |
|  |            | 1                   | (10,2)     | 1                   | (10,2)     | ۶                        |                       |
|  |            | 1                   | (8,2)      | 1                   | (8,2)      | ۷                        |                       |
|  |            | 1                   | (6,2)      | 1                   | (6,2)      | ۸                        |                       |
|  |            | 1                   | (8,5)      | 1                   | (8,5)      | ۹                        |                       |
|  |            |                     |            | 0                   | (3,5)      | ۱۰                       |                       |
|  |            |                     |            | 0                   | (2,5)      | ۱۱                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (5,2)      | ۱۲                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (4,2)      | ۱۳                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (3,2)      | ۱۴                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (2,2)      | ۱۵                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (1,2)      | ۱۶                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (0,2)      | ۱۷                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (3,5)      | ۱۸                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (2,5)      | ۱۹                       |                       |
| 1                                      | (11,1)     | 1                   | (11,1)     | 1                   | (11,1)     | ۲۰                       |                       |
| 1                                      | (9,1)      | 1                   | (9,1)      | 1                   | (9,1)      | ۲۱                       |                       |
| 1                                      | (7,1)      | 1                   | (7,1)      | 1                   | (7,1)      | ۲۲                       |                       |
|  |            | 1                   | (10,1)     | 1                   | (10,1)     | ۲۳                       |                       |
|  |            | 1                   | (8,1)      | 1                   | (8,1)      | ۲۴                       |                       |
|  |            | 1                   | (6,1)      | 1                   | (6,1)      | ۲۵                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (5,1)      | ۲۶                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (4,1)      | ۲۷                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (3,1)      | ۲۸                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (2,1)      | ۲۹                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (1,1)      | ۳۰                       |                       |
|  |            |                     |            | 1                   | (0,1)      | ۳۱                       |                       |

جدول ۷۲- نگاهت از پیکربندی سیگنال مرجع CSI به  $(k', l')$  برای پیشوند چرخشی گسترش یافته

| تعداد سیگنال های مرجع CSI پیکربندی شده |            |               |            |               |            | پیکربندی سیگنال مرجع CSI |                      |
|--|------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------------------|----------------------|
| ۸                                      |            | ۴             |            | ۱ یا ۲        |            |                          |                      |
| $n_s \bmod 2$                          | $(k', l')$ | $n_s \bmod 2$ | $(k', l')$ | $n_s \bmod 2$ | $(k', l')$ |                          |                      |
| 0                                      | (11,4)     | 0             | (11,4)     | 0             | (11,4)     | ۰                        | ساختار قاب نوع ۱ و ۲ |
| 0                                      | (9,4)      | 0             | (9,4)      | 0             | (9,4)      | ۱                        |                      |
| 1                                      | (10,4)     | 1             | (10,4)     | 1             | (10,4)     | ۲                        |                      |
| 1                                      | (9,4)      | 1             | (9,4)      | 1             | (9,4)      | ۳                        |                      |
|  |            | 0             | (5,4)      | 0             | (5,4)      | ۴                        |                      |
|  |            | 0             | (3,4)      | 0             | (3,4)      | ۵                        |                      |
|  |            | 1             | (4,4)      | 1             | (4,4)      | ۶                        |                      |
|  |            | 1             | (3,4)      | 1             | (3,4)      | ۷                        |                      |
|  |            |               |            | 0             | (8,4)      | ۸                        |                      |
|  |            |               |            | 0             | (6,4)      | ۹                        |                      |
|  |            |               |            | 0             | (2,4)      | ۱۰                       |                      |
|  |            |               |            | 0             | (0,4)      | ۱۱                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (7,4)      | ۱۲                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (6,4)      | ۱۳                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (1,4)      | ۱۴                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (0,4)      | ۱۵                       |                      |
| 1                                      | (11,1)     | 1             | (11,1)     | 1             | (11,1)     | ۱۶                       | فقط ساختار قاب نوع ۲ |
| 1                                      | (10,1)     | 1             | (10,1)     | 1             | (10,1)     | ۱۷                       |                      |
| 1                                      | (9,1)      | 1             | (9,1)      | 1             | (9,1)      | ۱۸                       |                      |
|  |            | 1             | (5,1)      | 1             | (5,1)      | ۱۹                       |                      |
|  |            | 1             | (4,1)      | 1             | (4,1)      | ۲۰                       |                      |
|  |            | 1             | (3,1)      | 1             | (3,1)      | ۲۱                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (8,1)      | ۲۲                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (7,1)      | ۲۳                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (6,1)      | ۲۴                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (2,1)      | ۲۵                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (1,1)      | ۲۶                       |                      |
|  |            |               |            | 1             | (0,1)      | ۲۷                       |                      |



شکل ۲۰- نگاشت سیگنال های مرجع CSI (CSI پیکربندی صفر، پیشوند چرخشی عادی)



شکل ۲۱- نگاشت سیگنال های مرجع CSI (CSI پیکربندی +، پیشوند چرخشی گسترش یافته)

### ۳-۵-۱۰-۶ پیکربندی زیرقاب سیگنال مرجع CSI

دوره پیکربندی زیرقاب  $T_{\text{CSI-RS}}$  و ورنهاده زیرقاب  $\Delta_{\text{CSI-RS}}$  برای وقوع سیگنال های مرجع CSI در جدول ۷۳ فهرست شده اند. پارامتر  $I_{\text{CSI-RS}}$  می تواند به صورت جداگانه برای سیگنال های مرجع CSI که برای آن UE باید توان ارسال صفر و غیر صفر فرض کند، پیکربندی شود. زیرقاب های حاوی سیگنال های مرجع CSI باید در  $(10n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - \Delta_{\text{CSI-RS}}) \bmod T_{\text{CSI-RS}} = 0$  صدق کنند.

جدول ۷۳- پیکربندی زیرقاب سیگنال CSI

| CSI-RS-SubframeConfig $I_{CSI-RS}$ | تناوب CSI-RS، $T_{CSI-RS}$ (زیرقاب ها) | ورنهادهای زیرقاب CSI-RS، $\Delta_{CSI-RS}$ (زیرقاب ها) |
|------------------------------------|--|--|
| 0-4                                | 5                                      | $I_{CSI-RS}$   |
| 5-14                               | 10                                     | $I_{CSI-RS} - 5$                                       |
| 15-34                              | 20                                     | $I_{CSI-RS} - 15$                                      |
| 35-74                              | 40                                     | $I_{CSI-RS} - 35$                                      |
| 75-154                             | 80                                     | $I_{CSI-RS} - 75$                                      |

#### ۱۱-۶ سیگنال های همزمان سازی

۵۰۴ شناسه سلول لایه فیزیکی یکتا وجود دارد. شناسه های سلول لایه فیزیکی به ۱۶۸ گروه شناسه سلول لایه فیزیکی یکتا تقسیم می شوند که هر گروه سه شناسه یکتا را در بر دارد. گروه بندی طوری است که هر شناسه سلول لایه فیزیکی بخشی از یک و فقط یک گروه شناسه سلول لایه فیزیکی است. بنابراین یک شناسه سلول لایه فیزیکی  $N_{ID}^{cell} = 3N_{ID}^{(1)} + N_{ID}^{(2)}$  توسط یک شماره  $N_{ID}^{(1)}$  در گستره صفر تا ۱۶۷، نماینده گروه شناسه سلول لایه فیزیکی، و یک شماره  $N_{ID}^{(2)}$  در گستره ۰ تا ۲، نماینده شناسه لایه فیزیکی در گروه شناسه سلول لایه فیزیکی به طور یکتا تعریف می شود.

#### ۱-۱۱-۶ سیگنال همزمان سازی اولیه

##### ۱-۱-۱۱-۶ تولید دنباله

دنباله  $d(n)$  استفاده شده برای سیگنال همزمان سازی اولیه از یک دنباله Zadoff-Chu حوزه بسامد مطابق رابطه زیر تولید می شود:

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi u n(n+1)}{63}} & n=0,1,\dots,30 \\ e^{-j\frac{\pi u(n+1)(n+2)}{63}} & n=31,32,\dots,61 \end{cases}$$

که نمایه  $u$  دنباله ریشه Zadoff-Chu، توسط جدول ۷۴ ارائه می شود.

جدول ۷۴- نمایه های ریشه برای سیگنال همزمان سازی اولیه

| $N_{ID}^{(2)}$ | نمایه ریشه $u$ |
|----------------|----------------|
| 0              | 25             |
| 1              | 29             |
| 2              | 34             |

#### ۲-۱-۱۱-۶ نگاشت به عنصرهای منبع

نگاشت دنباله به عنصرهای منبع به ساختار قاب بستگی دارد. UE نباید فرض کند که سیگنال همزمان سازی اولیه روی درگاه آنتن یکسان با هر کدام از سیگنال های مرجع پیوند فرسو ارسال می شود. UE نباید فرض کند که هر نمونه ارسال سیگنال همزمان سازی اولیه روی همان درگاه یا درگاه های آنتن استفاده شده برای نمونه ارسال دیگر سیگنال همزمان سازی اولیه، ارسال می شود. دنباله  $d(n)$  باید مطابق رابطه زیر به عنصرهای منبع نگاشت شود:

$$a_{k,l} = d(n), \quad n = 0, \dots, 61$$

$$k = n - 31 + \frac{N_{RB}^{DL} N_{sc}^{RB}}{2}$$

برای ساختار قاب نوع ۱، سیگنال همزمان سازی اولیه باید به آخرین نماد OFDM در شکاف‌های صفر و ۱۰ نگاشت شود.

برای ساختار زیرقاب نوع ۲، سیگنال همزمان سازی اولیه باید به سومین نماد OFDM در زیرقاب‌های ۱ و ۶ نگاشت شود. عنصرهای منبع  $(k, l)$  در نمادهای OFDM استفاده شده برای ارسال سیگنال همزمان سازی اولیه که

$$k = n - 31 + \frac{N_{RB}^{DL} N_{sc}^{RB}}{2}$$

$$n = -5, -4, \dots, -1, 62, 63, \dots, 66$$

در نظر گرفته شده و برای ارسال سیگنال همزمان سازی اولیه به کار برده نمی‌شوند.

### ۶-۱۱-۲ سیگنال همزمان سازی بعدی<sup>۱</sup>

#### ۶-۱۱-۲-۱ تولید دنباله

دنباله  $d(0), \dots, d(61)$  استفاده شده برای سیگنال همزمان سازی دوم، یک الحاق جاگذاری شده<sup>۲</sup> از دو دنباله دودویی با طول ۳۱ می‌باشد. دنباله الحاقی با یک دنباله برهم‌ریز داده شده توسط سیگنال همزمان سازی اولیه به هم ریخته می‌شود.

ترکیب دو دنباله با طول ۳۱ تعیین کننده سیگنال همزمان سازی بعدی طبق رابطه زیر بین زیرقاب صفر و زیرقاب ۵ متفاوت است:

$$d(2n) = \begin{cases} S_0^{(m_0)}(n)c_0(n) & \text{در زیرقاب صفر} \\ S_1^{(m_1)}(n)c_0(n) & \text{در زیرقاب ۵} \end{cases}$$

$$d(2n+1) = \begin{cases} S_1^{(m_1)}(n)c_1(n)z_1^{(m_0)}(n) & \text{در زیرقاب صفر} \\ S_0^{(m_0)}(n)c_1(n)z_1^{(m_1)}(n) & \text{در زیرقاب ۵} \end{cases}$$

که  $0 \leq n \leq 30$ . نمایه‌های  $m_0$  و  $m_1$  از گروه شناسه سلول لایه فیزیکی  $N_{ID}^{(1)}$  مطابق رابطه زیر استخراج می‌شوند:

$$m_0 = m' \bmod 31$$

$$m_1 = (m_0 + \lfloor m'/31 \rfloor + 1) \bmod 31$$

$$m' = N_{ID}^{(1)} + \frac{q(q+1)}{2}, \quad q = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{(1)} + q'(q'+1)/2}{30} \right\rfloor, \quad q' = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{(1)}}{30} \right\rfloor$$

که خروجی عبارت بالا در جدول ۷۵ فهرست شده است.

دو دنباله  $S_0^{(m_0)}(n)$  و  $S_1^{(m_1)}(n)$  به صورت دو جابجایی چرخشی متفاوت  $m$  دنباله  $\tilde{S}(n)$  مطابق رابطه زیر تعریف می‌شوند:

$$S_0^{(m_0)}(n) = \tilde{S}((n + m_0) \bmod 31)$$

1 - Secondary synchronization signal

2 - interleaved concatenation

$$S_1^{(m_1)}(n) = \tilde{S}((n + m_1) \bmod 31)$$

که  $\tilde{S}(i) = 1 - 2x(i)$ ،  $0 \leq i \leq 30$  به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 2) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

با شرایط اولیه  $x(4) = 1$  و  $x(3) = 0$ ،  $x(2) = 0$ ،  $x(1) = 0$ ،  $x(0) = 0$

دو دنباله برهم‌ریز  $c_0(n)$  و  $c_1(n)$  به سیگنال همزمان سازی اولیه بستگی دارند و توسط دو جابجایی (شیفت) چرخشی متفاوت  $m$  دنباله  $\tilde{c}(n)$  مطابق رابطه زیر تعریف می‌شوند:

$$c_0(n) = \tilde{c}\left(\left(n + N_{ID}^{(2)}\right) \bmod 31\right)$$

$$c_1(n) = \tilde{c}\left(\left(n + N_{ID}^{(2)} + 3\right) \bmod 31\right)$$

که  $N_{ID}^{(2)} \in \{0, 1, 2\}$  شناسه لایه فیزیکی در گروه شناسه سلول لایه فیزیکی  $N_{ID}^{(1)}$  می‌باشد و

$\tilde{c}(i) = 1 - 2x(i)$ ،  $0 \leq i \leq 30$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 3) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

با شرایط اولیه  $x(4) = 1$  و  $x(3) = 0$ ،  $x(2) = 0$ ،  $x(1) = 0$ ،  $x(0) = 0$

دنباله‌های به هم ریز  $z_1^{(m_0)}(n)$  و  $z_1^{(m_1)}(n)$  توسط یک شیفت چرخشی روی  $m$  دنباله  $\tilde{z}(n)$  مطابق رابطه زیر تعریف می‌شوند:

$$z_1^{(m_0)}(n) = \tilde{z}\left(\left(n + (m_0 \bmod 8)\right) \bmod 31\right)$$

$$z_1^{(m_1)}(n) = \tilde{z}\left(\left(n + (m_1 \bmod 8)\right) \bmod 31\right)$$

که  $m_0$  و  $m_1$  از جدول ۷۵ به دست می‌آیند و  $\tilde{z}(i) = 1 - 2x(i)$ ،  $0 \leq i \leq 30$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$x(\bar{i} + 5) = (x(\bar{i} + 4) + x(\bar{i} + 2) + x(\bar{i} + 1) + x(\bar{i})) \bmod 2, \quad 0 \leq \bar{i} \leq 25$$

با شرایط اولیه  $x(4) = 1$ ،  $x(3) = 0$ ،  $x(2) = 0$ ،  $x(1) = 0$ ،  $x(0) = 0$

جدول ۷۵- نگاشت بین گروه شناسه سلول لایه فیزیکی  $N_{ID}^{(1)}$  و اندیس‌های  $m_0$  و  $m_1$ .

| $m_1$ | $m_0$ | $N_{ID}^{(1)}$ | $m_1$ | $m_0$ | $N_{ID}^{(1)}$ | $m_1$ | $m_0$ | $N_{ID}^{(1)}$ | $m_1$ | $m_0$ | $N_{ID}^{(1)}$ | $m_1$ | $m_0$ | $N_{ID}^{(1)}$ |
|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|
| 27    | 22    | 136            | 19    | 15    | 102            | 12    | 9     | 68             | 6     | 4     | 34             | 1     | 0     | 0              |
| 28    | 23    | 137            | 20    | 16    | 103            | 13    | 10    | 69             | 7     | 5     | 35             | 2     | 1     | 1              |
| 29    | 24    | 138            | 21    | 17    | 104            | 14    | 11    | 70             | 8     | 6     | 36             | 3     | 2     | 2              |
| 30    | 25    | 139            | 22    | 18    | 105            | 15    | 12    | 71             | 9     | 7     | 37             | 4     | 3     | 3              |
| 6     | 0     | 140            | 23    | 19    | 106            | 16    | 13    | 72             | 10    | 8     | 38             | 5     | 4     | 4              |
| 7     | 1     | 141            | 24    | 20    | 107            | 17    | 14    | 73             | 11    | 9     | 39             | 6     | 5     | 5              |
| 8     | 2     | 142            | 25    | 21    | 108            | 18    | 15    | 74             | 12    | 10    | 40             | 7     | 6     | 6              |
| 9     | 3     | 143            | 26    | 22    | 109            | 19    | 16    | 75             | 13    | 11    | 41             | 8     | 7     | 7              |
| 10    | 4     | 144            | 27    | 23    | 110            | 20    | 17    | 76             | 14    | 12    | 42             | 9     | 8     | 8              |
| 11    | 5     | 145            | 28    | 24    | 111            | 21    | 18    | 77             | 15    | 13    | 43             | 10    | 9     | 9              |

جدول ۷۵- ادامه

|    |    |     |    |    |     |    |    |     |    |    |    |    |    |    |
|----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 12 | 6  | 146 | 29 | 25 | 112 | 22 | 19 | 78  | 16 | 14 | 44 | 11 | 10 | 10 |
| 13 | 7  | 147 | 30 | 26 | 113 | 23 | 20 | 79  | 17 | 15 | 45 | 12 | 11 | 11 |
| 14 | 8  | 148 | 5  | 0  | 114 | 24 | 21 | 80  | 18 | 16 | 46 | 13 | 12 | 12 |
| 15 | 9  | 149 | 6  | 1  | 115 | 25 | 22 | 81  | 19 | 17 | 47 | 14 | 13 | 13 |
| 16 | 10 | 150 | 7  | 2  | 116 | 26 | 23 | 82  | 20 | 18 | 48 | 15 | 14 | 14 |
| 17 | 11 | 151 | 8  | 3  | 117 | 27 | 24 | 83  | 21 | 19 | 49 | 16 | 15 | 15 |
| 18 | 12 | 152 | 9  | 4  | 118 | 28 | 25 | 84  | 22 | 20 | 50 | 17 | 16 | 16 |
| 19 | 13 | 153 | 10 | 5  | 119 | 29 | 26 | 85  | 23 | 21 | 51 | 18 | 17 | 17 |
| 20 | 14 | 154 | 11 | 6  | 120 | 30 | 27 | 86  | 24 | 22 | 52 | 19 | 18 | 18 |
| 21 | 15 | 155 | 12 | 7  | 121 | 4  | 0  | 87  | 25 | 23 | 53 | 20 | 19 | 19 |
| 22 | 16 | 156 | 13 | 8  | 122 | 5  | 1  | 88  | 26 | 24 | 54 | 21 | 20 | 20 |
| 23 | 17 | 157 | 14 | 9  | 123 | 6  | 2  | 89  | 27 | 25 | 55 | 22 | 21 | 21 |
| 24 | 18 | 158 | 15 | 10 | 124 | 7  | 3  | 90  | 28 | 26 | 56 | 23 | 22 | 22 |
| 25 | 19 | 159 | 16 | 11 | 125 | 8  | 4  | 91  | 29 | 27 | 57 | 24 | 23 | 23 |
| 26 | 20 | 160 | 17 | 12 | 126 | 9  | 5  | 92  | 30 | 28 | 58 | 25 | 24 | 24 |
| 27 | 21 | 161 | 18 | 13 | 127 | 10 | 6  | 93  | 3  | 0  | 59 | 26 | 25 | 25 |
| 28 | 22 | 162 | 19 | 14 | 128 | 11 | 7  | 94  | 4  | 1  | 60 | 27 | 26 | 26 |
| 29 | 23 | 163 | 20 | 15 | 129 | 12 | 8  | 95  | 5  | 2  | 61 | 28 | 27 | 27 |
| 30 | 24 | 164 | 21 | 16 | 130 | 13 | 9  | 96  | 6  | 3  | 62 | 29 | 28 | 28 |
| 7  | 0  | 165 | 22 | 17 | 131 | 14 | 10 | 97  | 7  | 4  | 63 | 30 | 29 | 29 |
| 8  | 1  | 166 | 23 | 18 | 132 | 15 | 11 | 98  | 8  | 5  | 64 | 2  | 0  | 30 |
| 9  | 2  | 167 | 24 | 19 | 133 | 16 | 12 | 99  | 9  | 6  | 65 | 3  | 1  | 31 |
| -  | -  | -   | 25 | 20 | 134 | 17 | 13 | 100 | 10 | 7  | 66 | 4  | 2  | 32 |
| -  | -  | -   | 26 | 21 | 135 | 18 | 14 | 101 | 11 | 8  | 67 | 5  | 3  | 33 |

۶-۱۱-۲-۲ نگاشت به عنصرهای منبع

نگاشت دنباله به عنصرهای منبع به ساختار قاب بستگی دارد. در یک زیرقاب برای ساختار قاب نوع ۱ و در یک نیم قاب برای ساختار قاب نوع ۲، درگاه آنتن یکسان با سیگنال همزمان سازی اولیه باید برای سیگنال همزمان سازی بعدی استفاده شود.

دنباله  $d(n)$  باید مطابق رابطه زیر به عنصرهای منبع نگاشت شود:

$$a_{k,l} = d(n), \quad n = 0, \dots, 61$$

$$k = n - 31 + \frac{N_{RB}^{DL} N_{sc}^{RB}}{2}$$

$$l = \begin{cases} N_{symb}^{DL} - 2 & \text{در شکاف های 0 و 10 برای ساختار قاب نوع 1} \\ N_{symb}^{DL} - 1 & \text{در شکاف های 1 و 11 برای ساختار قاب نوع 2} \end{cases}$$

عنصرهای منبع  $(k, l)$  که:

$$k = n - 31 + \frac{N_{RB}^{DL} N_{sc}^{RB}}{2}$$

$$l = \begin{cases} N_{symb}^{DL} - 2 & \text{در شکاف های 0 و 10 برای ساختار قاب نوع 1} \\ N_{symb}^{DL} - 1 & \text{در شکاف های 1 و 11 برای ساختار قاب نوع 2} \end{cases}$$

$$n = -5, -4, \dots, -1, 62, 63, \dots, 66$$

در نظر گرفته شده و برای ارسال سیگنال همزمان سازی بعدی استفاده نمی شوند.



## ۶-۱۱-الف سیگنال اکتشاف<sup>۱</sup>

- یک موقعیت سیگنال اکتشاف برای یک سلول شامل یک دوره تناوب با طول زمانی ذیل می‌باشد:
- یک تا پنج زیرقاب متوالی برای ساختار قاب نوع ۱
  - دو تا پنج زیرقاب متوالی برای ساختار قاب نوع ۲
- که UE در زیرقاب‌های پیوند فرسو ممکن است حضور یک سیگنال اکتشاف را فرض کند، شامل:
- سیگنال‌های مرجع خاص سلول روی درگاه آنتن صفر در همه زیرقاب‌های پیوند فرسو و در DwPTS همه زیرقاب‌های ویژه در دوره تناوب،
  - سیگنال همزمان‌سازی اولیه در زیرقاب اول دوره تناوب برای ساختار قاب نوع ۱ یا زیرقاب دوم دوره تناوب برای ساختار قاب نوع ۲،
  - سیگنال همزمان‌سازی بعدی در زیرقاب اول دوره تناوب، و
  - سیگنال‌های مرجع CSI توان غیر صفر در صفر زیرقاب یا بیشتر در دوره تناوب. پیکربندی سیگنال‌های مرجع CSI توان غیر صفر (به عنوان) بخشی از سیگنال اکتشاف همانطور که در بند ۶-۱۰-۵-۲ توصیف شده است، به دست می‌آید.
- UE ممکن است یک بار در یک دوره تناوب، یک موقعیت سیگنال اکتشاف در هر *dmtd-Periodicity* را فرض کند.

## ۶-۱۲ تولید سیگنال باند پایه OFDM

سیگنال پیوسته در زمان  $s_l^{(p)}(k)$  روی درگاه آنتن  $p$  در نماد OFDM  $l$  در یک شکاف پیوند فرسو توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$s_l^{(p)}(t) = \sum_{k=-\lfloor N_{\text{RB}}^{\text{DL}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} / 2 \rfloor}^{-1} a_{k^{(-)},l}^{(p)} \cdot e^{j2\pi k \Delta f (t - N_{\text{CP},l} T_s)} + \sum_{k=1}^{\lfloor N_{\text{RB}}^{\text{DL}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} / 2 \rfloor} a_{k^{(+)},l}^{(p)} \cdot e^{j2\pi k \Delta f (t - N_{\text{CP},l} T_s)}$$

برای  $0 \leq t \leq (N_{\text{CP},l} + N) \times T_s$  که  $k^{(-)} = k + \lfloor N_{\text{RB}}^{\text{DL}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} / 2 \rfloor - 1$  و  $k^{(+)} = k + \lfloor N_{\text{RB}}^{\text{DL}} N_{\text{sc}}^{\text{RB}} / 2 \rfloor$  مقدار  $N$  برای  $\Delta f = 15 \text{ kHz}$  فاصله زیرحامل، برابر با  $2048$  و برای  $\Delta f = 7.5 \text{ kHz}$  فاصله زیرحامل، برابر با  $4096$  است.

نمادهای OFDM در یک شکاف باید با ترتیب صعودی برحسب  $l$  با شروع از  $l = 0$  ارسال شوند که نماد  $l > 0$  OFDM در زمان  $\sum_{l'=0}^{l-1} (N_{\text{CP},l'} + N) T_s$  در شکاف شروع می‌شود. در حالتی که نخستین نماد(های) OFDM در یک شکاف پیشوند چرخشی عادی به کار می‌برد و بقیه نمادهای OFDM پیشوند چرخشی گسترش یافته به کار می‌برند، موقعیت شروع نمادهای OFDM با پیشوند چرخشی گسترش یافته

1 - Discovery signal

باید با آنهایی که در یک شکاف که همه نمادهای OFDM پیشوند چرخشی گسترش یافته به کار می‌برند، یکسان باشد. بنابراین یک بخش از زمان شکاف بین دو ناحیه پیشوند چرخشی وجود دارد که سیگنال ارسالی مشخص نیست.

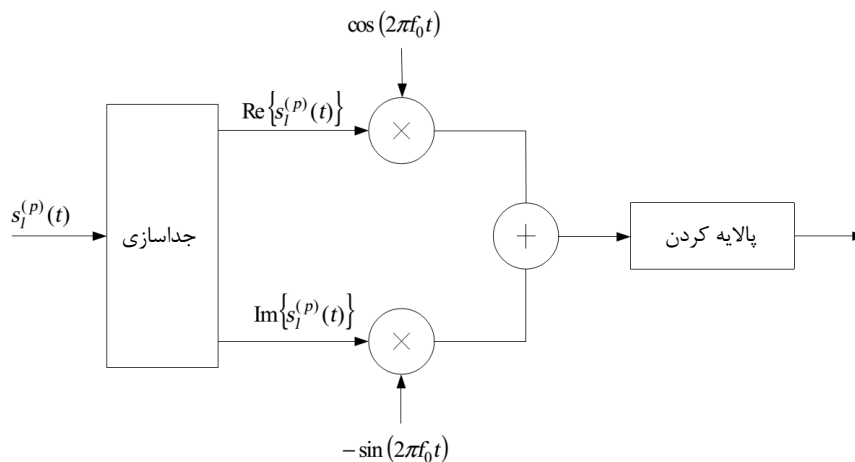
جدول ۷۶ مقدار  $N_{CP,l}$  که باید استفاده شود را فهرست می‌کند. توجه کنید که نمادهای OFDM متفاوت در یک شکاف در برخی موارد طول پیشوند چرخشی متفاوت دارند.

جدول ۷۶- پارامترهای OFDM

| طول پیشوند چرخشی $N_{CP,l}$                | پیکربندی                 |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| ۱۶۰ برای $l=0$<br>۱۴۴ برای $l=1,2,\dots,6$ | $\Delta f=15\text{kHz}$  | پیشوند چرخشی عادی        |
| ۵۱۲ برای $l=0,1,\dots,5$                   | $\Delta f=15\text{kHz}$  | پیشوند چرخشی گسترش یافته |
| ۱۰۲۴ برای $l=0,1,2$                        | $\Delta f=7.5\text{kHz}$ |                          |

### ۶-۱۳ مدوله‌سازی و افزایش بسامد

مدوله‌سازی و افزایش بسامد به بسامد حامل در سیگنال مختلط مقدار باند پایه OFDM برای هر درگاه آنتن در شکل ۲۲ نشان داده شده است. پالایه کردن لازم قبل از ارسال توسط الزامات در [6] 3GPP TS 36.109 تعیین می‌شود.



شکل ۲۲- مدوله‌سازی پیوند فروسو

### ۷ توابع عمومی<sup>۱</sup>

#### ۱-۷ نگاهت کننده مدوله‌سازی

نگاشت کننده مدوله‌سازی رقم‌های دودویی ۰ یا ۱ را به عنوان ورودی می‌گیرد و نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $x = I + jQ$  را به عنوان خروجی تولید می‌کند.

#### ۱-۱-۷ BPSK

در حالت مدوله‌سازی BPSK، یک بیت واحد  $b(i)$  به یک نماد مدوله‌سازی مختلط مقدار  $x = I + jQ$  مطابق جدول ۷۷ نگاشت می‌شود.

جدول ۷۷- نگاشت مدوله‌سازی BPSK

| Q             | I             | b(i) |
|---------------|---------------|------|
| $1/\sqrt{2}$  | $1/\sqrt{2}$  | 0    |
| $-1/\sqrt{2}$ | $-1/\sqrt{2}$ | 1    |

#### ۲-۱-۷ QPSK

در حالت مدوله‌سازی QPSK، جفت بیت‌های  $b(i)$ ،  $b(i+1)$  به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $x = I + jQ$  مطابق جدول ۷۸ نگاشت می‌شوند.

جدول ۷۸- نگاشت مدوله‌سازی QPSK

| Q             | I             | b(i),b(i+1) |
|---------------|---------------|-------------|
| $1/\sqrt{2}$  | $1/\sqrt{2}$  | 00          |
| $-1/\sqrt{2}$ | $1/\sqrt{2}$  | 01          |
| $1/\sqrt{2}$  | $-1/\sqrt{2}$ | 10          |
| $-1/\sqrt{2}$ | $-1/\sqrt{2}$ | 11          |

#### ۳-۱-۷ 16QAM

در حالت مدوله‌سازی 16QAM، چهارتایی‌های بیت  $b(i)$ ،  $b(i+1)$ ،  $b(i+2)$ ،  $b(i+3)$  به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $x = I + jQ$  مطابق جدول ۷۹ نگاشت می‌شوند.

جدول ۷۹- نگاشت مدوله‌سازی 16QAM

| Q              | I              | b(i),b(i+1),b(i+2),b(i+3) |
|----------------|----------------|---------------------------|
| $1/\sqrt{10}$  | $1/\sqrt{10}$  | 0000                      |
| $3/\sqrt{10}$  | $1/\sqrt{10}$  | 0001                      |
| $1/\sqrt{10}$  | $3/\sqrt{10}$  | 0010                      |
| $3/\sqrt{10}$  | $3/\sqrt{10}$  | 0011                      |
| $-1/\sqrt{10}$ | $1/\sqrt{10}$  | 0100                      |
| $-3/\sqrt{10}$ | $1/\sqrt{10}$  | 0101                      |
| $-1/\sqrt{10}$ | $3/\sqrt{10}$  | 0110                      |
| $-3/\sqrt{10}$ | $3/\sqrt{10}$  | 0111                      |
| $1/\sqrt{10}$  | $-1/\sqrt{10}$ | 1000                      |
| $3/\sqrt{10}$  | $-1/\sqrt{10}$ | 1001                      |
| $1/\sqrt{10}$  | $-3/\sqrt{10}$ | 1010                      |
| $3/\sqrt{10}$  | $-3/\sqrt{10}$ | 1011                      |
| $-1/\sqrt{10}$ | $-1/\sqrt{10}$ | 1100                      |
| $-3/\sqrt{10}$ | $-1/\sqrt{10}$ | 1101                      |
| $-1/\sqrt{10}$ | $-3/\sqrt{10}$ | 1110                      |
| $-3/\sqrt{10}$ | $-3/\sqrt{10}$ | 1111                      |

64QAM ۴-۱-۷

در حالت مدوله‌سازی 64QAM شش‌تایی‌های بیت  $b(i)$ ،  $b(i+1)$ ،  $b(i+2)$ ،  $b(i+3)$ ،  $b(i+4)$ ،  $b(i+5)$  به نمادهای مدوله‌سازی  $x = I + jQ$  مطابق جدول ۸۰ نگاشت می‌شوند.

جدول ۸۰- نگاشت مدوله‌سازی 64QAM

| Q              | I              | b(i),b(i+1),b(i+2),b(i+3),b(i+4),b(i+5) | Q              | I             | b(i),b(i+1),b(i+2),b(i+3),b(i+4),b(i+5) |
|----------------|----------------|---|----------------|---------------|---|
| $3/\sqrt{42}$  | $-3/\sqrt{42}$ | 100000                                  | $3/\sqrt{42}$  | $3/\sqrt{42}$ | 000000                                  |
| $1/\sqrt{42}$  | $-3/\sqrt{42}$ | 100001                                  | $1/\sqrt{42}$  | $3/\sqrt{42}$ | 000001                                  |
| $3/\sqrt{42}$  | $-1/\sqrt{42}$ | 100010                                  | $3/\sqrt{42}$  | $1/\sqrt{42}$ | 000010                                  |
| $1/\sqrt{42}$  | $-1/\sqrt{42}$ | 100011                                  | $1/\sqrt{42}$  | $1/\sqrt{42}$ | 000011                                  |
| $5/\sqrt{42}$  | $-3/\sqrt{42}$ | 100100                                  | $5/\sqrt{42}$  | $3/\sqrt{42}$ | 000100                                  |
| $7/\sqrt{42}$  | $-3/\sqrt{42}$ | 100101                                  | $7/\sqrt{42}$  | $3/\sqrt{42}$ | 000101                                  |
| $5/\sqrt{42}$  | $-1/\sqrt{42}$ | 100110                                  | $5/\sqrt{42}$  | $1/\sqrt{42}$ | 000110                                  |
| $7/\sqrt{42}$  | $-1/\sqrt{42}$ | 100111                                  | $7/\sqrt{42}$  | $1/\sqrt{42}$ | 000111                                  |
| $3/\sqrt{42}$  | $-5/\sqrt{42}$ | 101000                                  | $3/\sqrt{42}$  | $5/\sqrt{42}$ | 001000                                  |
| $1/\sqrt{42}$  | $-5/\sqrt{42}$ | 101001                                  | $1/\sqrt{42}$  | $5/\sqrt{42}$ | 001001                                  |
| $3/\sqrt{42}$  | $-7/\sqrt{42}$ | 101010                                  | $3/\sqrt{42}$  | $7/\sqrt{42}$ | 001010                                  |
| $1/\sqrt{42}$  | $-7/\sqrt{42}$ | 101011                                  | $1/\sqrt{42}$  | $7/\sqrt{42}$ | 001011                                  |
| $5/\sqrt{42}$  | $-5/\sqrt{42}$ | 101100                                  | $5/\sqrt{42}$  | $5/\sqrt{42}$ | 001100                                  |
| $7/\sqrt{42}$  | $-5/\sqrt{42}$ | 101101                                  | $7/\sqrt{42}$  | $5/\sqrt{42}$ | 001101                                  |
| $5/\sqrt{42}$  | $-7/\sqrt{42}$ | 101110                                  | $5/\sqrt{42}$  | $7/\sqrt{42}$ | 001110                                  |
| $7/\sqrt{42}$  | $-7/\sqrt{42}$ | 101111                                  | $7/\sqrt{42}$  | $7/\sqrt{42}$ | 001111                                  |
| $-3/\sqrt{42}$ | $-3/\sqrt{42}$ | 110000                                  | $-3/\sqrt{42}$ | $3/\sqrt{42}$ | 010000                                  |
| $-1/\sqrt{42}$ | $-3/\sqrt{42}$ | 110001                                  | $-1/\sqrt{42}$ | $3/\sqrt{42}$ | 010001                                  |
| $-3/\sqrt{42}$ | $-1/\sqrt{42}$ | 110010                                  | $-3/\sqrt{42}$ | $1/\sqrt{42}$ | 010010                                  |
| $1/\sqrt{42}$  | $-5/\sqrt{42}$ | 101001                                  | $1/\sqrt{42}$  | $5/\sqrt{42}$ | 001001                                  |
| $3/\sqrt{42}$  | $-7/\sqrt{42}$ | 101010                                  | $3/\sqrt{42}$  | $7/\sqrt{42}$ | 001010                                  |
| $1/\sqrt{42}$  | $-7/\sqrt{42}$ | 101011                                  | $1/\sqrt{42}$  | $7/\sqrt{42}$ | 001011                                  |
| $-1/\sqrt{42}$ | $-1/\sqrt{42}$ | 110011                                  | $-1/\sqrt{42}$ | $1/\sqrt{42}$ | 010011                                  |
| $-5/\sqrt{42}$ | $-3/\sqrt{42}$ | 110100                                  | $-5/\sqrt{42}$ | $3/\sqrt{42}$ | 010100                                  |
| $-7/\sqrt{42}$ | $-3/\sqrt{42}$ | 110101                                  | $-7/\sqrt{42}$ | $3/\sqrt{42}$ | 010101                                  |
| $-5/\sqrt{42}$ | $-1/\sqrt{42}$ | 110110                                  | $-5/\sqrt{42}$ | $1/\sqrt{42}$ | 010110                                  |
| $-7/\sqrt{42}$ | $-1/\sqrt{42}$ | 110111                                  | $-7/\sqrt{42}$ | $1/\sqrt{42}$ | 010111                                  |
| $-3/\sqrt{42}$ | $-5/\sqrt{42}$ | 111000                                  | $-3/\sqrt{42}$ | $5/\sqrt{42}$ | 011000                                  |
| $-1/\sqrt{42}$ | $-5/\sqrt{42}$ | 111001                                  | $-1/\sqrt{42}$ | $5/\sqrt{42}$ | 011001                                  |
| $-3/\sqrt{42}$ | $-7/\sqrt{42}$ | 111010                                  | $-3/\sqrt{42}$ | $7/\sqrt{42}$ | 011010                                  |
| $-1/\sqrt{42}$ | $-7/\sqrt{42}$ | 111011                                  | $-1/\sqrt{42}$ | $7/\sqrt{42}$ | 011011                                  |
| $-5/\sqrt{42}$ | $-5/\sqrt{42}$ | 111100                                  | $-5/\sqrt{42}$ | $5/\sqrt{42}$ | 011100                                  |
| $-7/\sqrt{42}$ | $-5/\sqrt{42}$ | 111101                                  | $-7/\sqrt{42}$ | $5/\sqrt{42}$ | 011101                                  |
| $-5/\sqrt{42}$ | $-7/\sqrt{42}$ | 111110                                  | $-5/\sqrt{42}$ | $7/\sqrt{42}$ | 011110                                  |
| $-7/\sqrt{42}$ | $-7/\sqrt{42}$ | 111111                                  | $-7/\sqrt{42}$ | $7/\sqrt{42}$ | 011111                                  |
| $-1/\sqrt{42}$ | $-1/\sqrt{42}$ | 110011                                  | $-1/\sqrt{42}$ | $1/\sqrt{42}$ | 010011                                  |
| $-5/\sqrt{42}$ | $-3/\sqrt{42}$ | 110100                                  | $-5/\sqrt{42}$ | $3/\sqrt{42}$ | 010100                                  |
| $-7/\sqrt{42}$ | $-3/\sqrt{42}$ | 110101                                  | $-7/\sqrt{42}$ | $3/\sqrt{42}$ | 010101                                  |

256QAM ۵-۱-۷

در حالت مدوله‌سازی 256QAM، هشت‌تایی‌های بیت  $b(i)$ ،  $b(i+1)$ ،  $b(i+2)$ ،  $b(i+3)$ ،  $b(i+4)$ ،  $b(i+5)$ ،  $b(i+6)$ ،  $b(i+7)$  به نمادهای مدوله‌سازی مختلط مقدار  $x = (I + jQ)/\sqrt{170}$  مطابق جدول ۸۱ نگاشت می‌شوند.

جدول ۸۱- نگاشت مدوله‌سازی 256QAM

| Q   | I   | b(i),...,b(i+7) | Q  | I   | b(i),...,b(i+7) | Q   | I  | b(i),...,b(i+7) | Q  | I  | b(i),...,b(i+7) |
|-----|-----|-----------------|----|-----|-----------------|-----|----|-----------------|----|----|-----------------|
| -5  | -5  | 11000000        | 5  | -5  | 10000000        | -5  | 5  | 01000000        | 5  | 5  | 00000000        |
| -7  | -5  | 11000001        | 7  | -5  | 10000001        | -7  | 5  | 01000001        | 7  | 5  | 00000001        |
| -5  | -7  | 11000010        | 5  | -7  | 10000010        | -5  | 7  | 01000010        | 5  | 7  | 00000010        |
| -7  | -7  | 11000011        | 7  | -7  | 10000011        | -7  | 7  | 01000011        | 7  | 7  | 00000011        |
| -3  | -5  | 11000100        | 3  | -5  | 10000100        | -3  | 5  | 01000100        | 3  | 5  | 00000100        |
| -1  | -5  | 11000101        | 1  | -5  | 10000101        | -1  | 5  | 01000101        | 1  | 5  | 00000101        |
| -3  | -7  | 11000110        | 3  | -7  | 10000110        | -3  | 7  | 01000110        | 3  | 7  | 00000110        |
| -1  | -7  | 11000111        | 1  | -7  | 10000111        | -1  | 7  | 01000111        | 1  | 7  | 00000111        |
| -5  | -3  | 11001000        | 5  | -3  | 10001000        | -5  | 3  | 01001000        | 5  | 3  | 00001000        |
| -7  | -3  | 11001001        | 7  | -3  | 10001001        | -7  | 3  | 01001001        | 7  | 3  | 00001001        |
| -5  | -1  | 11001010        | 5  | -1  | 10001010        | -5  | 1  | 01001010        | 5  | 1  | 00001010        |
| -7  | -1  | 11001011        | 7  | -1  | 10001011        | -7  | 1  | 01001011        | 7  | 1  | 00001011        |
| -3  | -3  | 11001100        | 3  | -3  | 10001100        | -3  | 3  | 01001100        | 3  | 3  | 00001100        |
| -1  | -3  | 11001101        | 1  | -3  | 10001101        | -1  | 3  | 01001101        | 1  | 3  | 00001101        |
| -3  | -1  | 11001110        | 3  | -1  | 10001110        | -3  | 1  | 01001110        | 3  | 1  | 00001110        |
| -1  | -1  | 11001111        | 1  | -1  | 10001111        | -1  | 1  | 01001111        | 1  | 1  | 00001111        |
| -11 | -5  | 11010000        | 11 | -5  | 10010000        | -11 | 5  | 01010000        | 11 | 5  | 00010000        |
| -9  | -5  | 11010001        | 9  | -5  | 10010001        | -9  | 5  | 01010001        | 9  | 5  | 00010001        |
| -11 | -7  | 11010010        | 11 | -7  | 10010010        | -11 | 7  | 01010010        | 11 | 7  | 00010010        |
| -9  | -7  | 11010011        | 9  | -7  | 10010011        | -9  | 7  | 01010011        | 9  | 7  | 00010011        |
| -13 | -5  | 11010100        | 13 | -5  | 10010100        | -13 | 5  | 01010100        | 13 | 5  | 00010100        |
| -15 | -5  | 11010101        | 15 | -5  | 10010101        | -15 | 5  | 01010101        | 15 | 5  | 00010101        |
| -13 | -7  | 11010110        | 13 | -7  | 10010110        | -13 | 7  | 01010110        | 13 | 7  | 00010110        |
| -15 | -7  | 11010111        | 15 | -7  | 10010111        | -15 | 7  | 01010111        | 15 | 7  | 00010111        |
| -11 | -3  | 11011000        | 11 | -3  | 10011000        | -11 | 3  | 01011000        | 11 | 3  | 00011000        |
| -9  | -3  | 11011001        | 9  | -3  | 10011001        | -9  | 3  | 01011001        | 9  | 3  | 00011001        |
| -11 | -1  | 11011010        | 11 | -1  | 10011010        | -11 | 1  | 01011010        | 11 | 1  | 00011010        |
| -9  | -1  | 11011011        | 9  | -1  | 10011011        | -9  | 1  | 01011011        | 9  | 1  | 00011011        |
| -13 | -3  | 11011100        | 13 | -3  | 10011100        | -13 | 3  | 01011100        | 13 | 3  | 00011100        |
| -15 | -3  | 11011101        | 15 | -3  | 10011101        | -15 | 3  | 01011101        | 15 | 3  | 00011101        |
| -13 | -1  | 11011110        | 13 | -1  | 10011110        | -13 | 1  | 01011110        | 13 | 1  | 00011110        |
| -15 | -1  | 11011111        | 15 | -1  | 10011111        | -15 | 1  | 01011111        | 15 | 1  | 00011111        |
| -5  | -11 | 11100000        | 5  | -11 | 10100000        | -5  | 11 | 01100000        | 5  | 11 | 00100000        |
| -7  | -11 | 11100001        | 7  | -11 | 10100001        | -7  | 11 | 01100001        | 7  | 11 | 00100001        |
| -5  | -9  | 11100010        | 5  | -9  | 10100010        | -5  | 9  | 01100010        | 5  | 9  | 00100010        |
| -7  | -9  | 11100011        | 7  | -9  | 10100011        | -7  | 9  | 01100011        | 7  | 9  | 00100011        |
| -3  | -11 | 11100100        | 3  | -11 | 10100100        | -3  | 11 | 01100100        | 3  | 11 | 00100100        |
| -1  | -11 | 11100101        | 1  | -11 | 10100101        | -1  | 11 | 01100101        | 1  | 11 | 00100101        |
| -3  | -9  | 11100110        | 3  | -9  | 10100110        | -3  | 9  | 01100110        | 3  | 9  | 00100110        |
| -1  | -9  | 11100111        | 1  | -9  | 10100111        | -1  | 9  | 01100111        | 1  | 9  | 00100111        |
| -5  | -13 | 11101000        | 5  | -13 | 10101000        | -5  | 13 | 01101000        | 5  | 13 | 00101000        |
| -7  | -13 | 11101001        | 7  | -13 | 10101001        | -7  | 13 | 01101001        | 7  | 13 | 00101001        |
| -5  | -15 | 11101010        | 5  | -15 | 10101010        | -5  | 15 | 01101010        | 5  | 15 | 00101010        |
| -7  | -15 | 11101011        | 7  | -15 | 10101011        | -7  | 15 | 01101011        | 7  | 15 | 00101011        |
| -3  | -13 | 11101100        | 3  | -13 | 10101100        | -3  | 13 | 01101100        | 3  | 13 | 00101100        |
| -1  | -13 | 11101101        | 1  | -13 | 10101101        | -1  | 13 | 01101101        | 1  | 13 | 00101101        |
| -3  | -15 | 11101110        | 3  | -15 | 10101110        | -3  | 15 | 01101110        | 3  | 15 | 00101110        |
| -1  | -15 | 11101111        | 1  | -15 | 10101111        | -1  | 15 | 01101111        | 1  | 15 | 00101111        |

جدول ۸۱- ادامه

|     |     |          |    |     |          |     |    |          |    |    |          |
|-----|-----|----------|----|-----|----------|-----|----|----------|----|----|----------|
| -11 | -11 | 11110000 | 11 | -11 | 10110000 | -11 | 11 | 01110000 | 11 | 11 | 00110000 |
| -9  | -11 | 11110001 | 9  | -11 | 10110001 | -9  | 11 | 01110001 | 9  | 11 | 00110001 |
| -11 | -9  | 11110010 | 11 | -9  | 10110010 | -11 | 9  | 01110010 | 11 | 9  | 00110010 |
| -9  | -9  | 11110011 | 9  | -9  | 10110011 | -9  | 9  | 01110011 | 9  | 9  | 00110011 |
| -13 | -11 | 11110100 | 13 | -11 | 10110100 | -13 | 11 | 01110100 | 13 | 11 | 00110100 |
| -15 | -11 | 11110101 | 15 | -11 | 10110101 | -15 | 11 | 01110101 | 15 | 11 | 00110101 |
| -13 | -9  | 11110110 | 13 | -9  | 10110110 | -13 | 9  | 01110110 | 13 | 9  | 00110110 |
| -15 | -9  | 11110111 | 15 | -9  | 10110111 | -15 | 9  | 01110111 | 15 | 9  | 00110111 |
| -11 | -13 | 11111000 | 11 | -13 | 10111000 | -11 | 13 | 01111000 | 11 | 13 | 00111000 |
| -9  | -13 | 11111001 | 9  | -13 | 10111001 | -9  | 13 | 01111001 | 9  | 13 | 00111001 |
| -11 | -15 | 11111010 | 11 | -15 | 10111010 | -11 | 15 | 01111010 | 11 | 15 | 00111010 |
| -9  | -15 | 11111011 | 9  | -15 | 10111011 | -9  | 15 | 01111011 | 9  | 15 | 00111011 |
| -13 | -13 | 11111100 | 13 | -13 | 10111100 | -13 | 13 | 01111100 | 13 | 13 | 00111100 |
| -15 | -13 | 11111101 | 15 | -13 | 10111101 | -15 | 13 | 01111101 | 15 | 13 | 00111101 |
| -13 | -15 | 11111110 | 13 | -15 | 10111110 | -13 | 15 | 01111110 | 13 | 15 | 00111110 |

۲-۷ تولید دنباله شبه تصادفی

دنباله‌های شبه تصادفی توسط یک دنباله Gold به طول ۳۱ تعریف می‌شوند. دنباله خروجی  $c(n)$  به طول  $M_{PN}$  که  $n = 0, 1, \dots, M_{PN} - 1$  توسط رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$c(n) = (x_1(n + N_C) + x_2(n + N_C)) \bmod 2$$

$$x_1(n + 31) = (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2$$

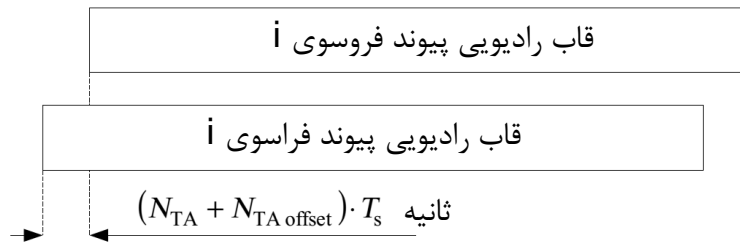
$$x_2(n + 31) = (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2$$

که  $N_C = 1600$  و اولین  $m$  دنباله باید با  $x_1(0) = 1, x_1(n) = 0, n = 1, 2, \dots, 30$  مقداردهی اولیه شود. مقداردهی اولیه دومین  $m$  دنباله با  $c_{init} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$  با مقدار وابسته به کاربرد دنباله، مشخص می‌شود.

۸ زمان بندی

۱-۸ زمان بندی پیوند فراسو-پیوند فرسو

ارسال قاب رادیویی پیوند فراسو شماره  $i$  از UE باید  $(N_{TA} + N_{TA\ offset}) \times T_s$  ثانیه قبل از شروع قاب رادیویی پیوند فرسوی متناظر در UE آغاز شود که  $0 \leq N_{TA} \leq 20512$ . برای ساختار قاب نوع یک،  $N_{TA\ offset} = 0$  و برای ساختار قاب نوع دو،  $N_{TA\ offset} = 624$  مگر اینکه غیر از آن در [4] بیان شده باشد. توجه کنید ممکن است همه شکافها در یک قاب رادیویی ارسال نشوند. یک مثال در اینجا TDD است که تنها زیرمجموعه‌ای از شکافها در یک قاب رادیویی ارسال می‌شوند.



شکل ۲۳- رابطه زمان بندی پیوند فراسو-پیوند فرسو

## ۹ پیوند کناری<sup>۱</sup>

### ۱-۹ مرور کلی

یک پیوند کناری برای ارتباط مستقیم ProSe و اکتشاف مستقیم ProSe بین UE ها به کار می‌رود.

### ۱-۱-۹ مجراهای فیزیکی

یک مجرای فیزیکی پیوند کناری به یک مجموعه عنصرهای منبع حامل اطلاعات نشأت گرفته از لایه‌های بالاتر متناظر است و واسط تعریف شده بین [3] 3GPP TS 36.212 و این استاندارد 3GPP TS 36.211 می‌باشد. مجراهای فیزیکی پیوند کناری زیر تعریف می‌شوند:

- مجرای اشتراکی پیوند کناری فیزیکی، PSSCH

- مجرای واپایش پیوند کناری فیزیکی، PSCCH

- مجرای اکتشاف پیوند کناری فیزیکی، PSDCH

- مجرای پخش همگانی پیوند کناری فیزیکی، PSBCH

تولید سیگنال باند پایه نشان‌دهنده مجراهای پیوند کناری فیزیکی متفاوت در شکل ۴ نشان داده شده است.

### ۲-۱-۹ سیگنال‌های فیزیکی

یک سیگنال فیزیکی پیوند کناری توسط لایه فیزیکی استفاده می‌شود ولی اطلاعات نشأت گرفته از لایه‌های بالاتر را حمل نمی‌کند. سیگنال‌های فیزیکی پیوند کناری زیر تعریف می‌شوند:

- سیگنال مرجع و امده‌سازی

- سیگنال همزمان‌سازی

### ۳-۱-۹ اداره ارسال‌های هم‌زمان<sup>۲</sup> پیوند کناری و پیوند فراسو/پیوند فرسو

برای یک بسامد حامل داده شده، یک UE نباید یک سیگنال یا مجرایکناری دارای همپوشانی جزئی یا کلی در زمان با یک ارسال پیوند فراسو از همان UE، ارسال کند.

1 - Sidelink

2 - Handling of simultaneous transmissions

برای یک بسامد حامل داده شده، هیچ ارسال PSDCH، PSCCH یا PSSCH نباید از یک UE در یک زیرقالب پیوند کناری پیکربندی شده برای اهداف همزمان سازی توسط پارامترهای لایه بالاتر زیر رخ دهد:

-  $syncOffsetIndicator1$  یا  $syncOffsetIndicator2$  در [9] اگر UE هیچ سلول خدمات دهنده برآورده کننده معیار S مطابق [۱۰، بند ۵-۲-۳-۲] نداشته باشد.

-  $syncOffsetIndicator$  در  $commSyncConfig$  یا  $discSyncConfig$  که شامل  $txParameters$  در [۹] است اگر UE یک سلول خدمات دهنده برآورده کننده معیار S مطابق [۱۰، بند ۵-۲-۳-۲] داشته باشد. UE ممکن است پیکربندی یکسان در در  $commSyncConfig$  و  $discSyncConfig$  فرض کند.

برای یک بسامد حامل داده شده، اگر SRS پیوند فراسو از یک UE یکسان در زیرقالب پیوند فراسوی n ارسال شود، به استثنای ارسال های PSSCH با حالت ارسال ۱ و پیشوند چرخشی پیوند کناری یکسان با PUSCH، هیچ ارسال پیوند کناری نباید در زیرقالب پیوند کناری n از همان UE رخ دهد. در مورد یک UE قادر به ارسال روی چند حامل، ارسال پیوند کناری ممکن است فقط روی یک تک بسامد حامل در زمان داده شده رخ دهد.

یک UE با قابلیت های ارسال محدود، باید در یک زمان داده شده ابتدا ارسال های پیوند فراسو را در اولویت قرار دهد، سپس ارسال های ارتباط پیوند کناری (PSSS، SSSS، PSBCH، PSSCH، PSCCH) و در نهایت ارسال های اکتشاف پیوند کناری (PSDCH).

یک UE با قابلیت های دریافت محدود، باید در یک زمان داده شده ابتدا دریافت پیوند فراسو را در اولویت قرار دهد، سپس دریافت ارتباط پیوند کناری، دریافت اکتشاف پیوند کناری روی حامل های پیکربندی شده توسط eNodeB و در نهایت دریافت اکتشاف پیوند کناری روی حامل های پیکربندی نشده توسط eNodeB.

## ۲-۹ ساختار شکاف و منابع فیزیکی

ارسال های پیوند کناری به قاب های رادیویی با مدت زمان  $T_f$  سازماندهی می شوند که هر کدام شامل ۲۰ شکاف با طول  $T_{slot}$  می باشند. یک زیرقالب پیوند کناری شامل دو شکاف متوالی با شروع از یک شکاف شماره زوج است.

### ۱-۲-۹ شبکه منبع

یک مجرا یا سیگنال فیزیکی ارسال شده در یک شکاف توسط یک شبکه منبع از  $N_{RB}^{SL} N_{SC}^{RB}$  زیرحامل و  $N_{symb}^{SL}$  نماد SC-FDMA توصیف می شود. اگر معیار S مطابق [۱۰، بند ۵-۲-۳-۲] برای یک سلول خدمات دهنده دارای بسامد حامل پیوند فراسوی یکسان با پیوند کناری برآورده شود، پهنای باند پیوند کناری  $N_{RB}^{SL} = N_{RB}^{UL}$  است، در غیر این صورت یک مقدار پیش پیکربندی شده به کار برده می شود [9].

پیشوند چرخشی پیوند کناری برای اکتشاف نوع ۱، اکتشاف نوع ۲، ارسال پیوند کناری حالت ۱، ارسال پیوند کناری حالت ۲، سیگنال دهی واپایش، و PSBCH و سیگنال های همزمان سازی به طور مستقل پیکربندی



می‌شود. پیکربندی به ازای هر مخزن منبع<sup>۱</sup> برای اکتشاف، ارسال پیوند کناری حالت ۲، و سیگنال دهی واپایش می‌باشد. PSBCH و سیگنال‌های همزمان‌سازی همواره پیشوند چرخشی یکسان به کار می‌برند. شبکه منبع در شکل ۳ نشان داده شده است.

یک درگاه آنتن طوری تعریف می‌شود که مجرایی که روی آن یک نماد روی درگاه آنتن منتقل می‌شود می‌تواند از مجرایی که روی آن نماد دیگری روی همان درگاه آنتن انتقال داده می‌شود، استنباط شود. یک شبکه منبع به ازای هر درگاه آنتن وجود دارد. درگاه‌های آنتن استفاده شده برای ارسال‌های مجرا یا سیگنال فیزیکی در جدول ۸۲ نشان داده شده‌اند.

جدول ۸۲- درگاه‌های آنتن استفاده شده برای مجراها و سیگنال‌های فیزیکی متفاوت

| شماره درگاه آنتن | مجرا یا سیگنال فیزیکی  |
|------------------|------------------------|
| ۱۰۰۰             | PSSCH                  |
| ۱۰۰۰             | PSCCH                  |
| ۱۰۰۰             | PSDCH                  |
| ۱۰۱۰             | PSBCH                  |
| ۱۰۲۰             | سیگنال‌های همزمان‌سازی |

### ۲-۲-۹ عنصرهای منبع

هر عنصر در شبکه منبع یک عنصر منبع نامیده می‌شود و به طور یکتا توسط زوج نمایه  $(k, l)$  در یک شکاف تعریف می‌شود که  $k = 0, \dots, N_{RB}^{SL} N_{sc}^{RB} - 1$  و  $l = 0, \dots, N_{symb}^{SL} - 1$  به ترتیب نمایه‌های حوزه بسامد و زمان می‌باشند. عنصر منبع  $(k, l)$  روی درگاه آنتن  $p$  به مقدار مختلط  $a_{k,l}^{(p)}$  متناظر است. وقتی نگرانی از ابهام وجود نداشته باشد یا درگاه آنتن خاصی مشخص نشده باشد، نمایه  $p$  می‌تواند حذف شود. کمیت‌های  $a_{k,l}^{(p)}$  متناظر به عنصرهای منبع استفاده نشده برای ارسال یک مجرای فیزیکی یا یک سیگنال فیزیکی در یک شکاف باید به صفر مقداردهی شوند.

### ۳-۲-۹ بستک‌های منبع

یک بستک منبع فیزیکی به صورت  $N_{symb}^{SL}$  نماد SC-FDMA متوالی در حوزه زمان و  $N_{sc}^{RB}$  زیرحامل متوالی در حوزه بسامد تعریف می‌شود که  $N_{sc}^{RB}$  و  $N_{symb}^{SL}$  توسط جدول ۸۳ داده می‌شوند. بنابراین یک بستک منبع فیزیکی در پیوند کناری شامل  $N_{symb}^{SL} \times N_{sc}^{RB}$  عنصر منبع متناظر با یک شکاف در حوزه زمان و 180kHz در حوزه بسامد می‌باشد.

جدول ۸۳- پارامترهای بستک منبع

| $N_{symb}^{SL}$ | $N_{sc}^{RB}$ | پیکربندی                 |
|-----------------|---------------|--------------------------|
| ۷               | ۱۲            | پیشوند چرخشی عادی        |
| ۶               | ۱۲            | پیشوند چرخشی گسترش یافته |

رابطه بین شماره بستک منبع فیزیکی  $n_{PRB}$  و حوزه بسامد و عنصرهای منبع  $(k, l)$  در یک شکاف توسط رابطه زیر ارائه می‌شود:

$$n_{PRB} = \left\lfloor \frac{k}{N_{SC}^{RB}} \right\rfloor$$

#### ۴-۲-۹ مخزن منبع<sup>۱</sup>

مخزن های زیرقاب و مخزن های بستک منبع در [4] تعریف می‌شوند. برای PSSCH، تعداد شکاف جاری در مخزن زیرقاب  $n_{SS}^{PSSCH} = 2n_{SSF}^{PSSCH} + i$  است که  $i \in \{0,1\}$  تعداد شکاف جاری در زیرقاب جاری پیوند کناری  $n_{SSF}^{PSSCH} = j \bmod 10$  می‌باشد و  $j$  برابر با زیرنویس  $l_j^{PSSCH}$  تعریف شده در بندهای ۴-۱-۱۴ و ۳-۲-۱۴ از [4] به ترتیب برای ارسال‌های پیوند کناری حالت‌های ۱ و ۲ است.

#### ۵-۲-۹ دوره محافظ

آخرین نماد SC-FDMA در یک زیرقاب پیوند کناری به عنوان یک دوره محافظ رفتار می‌کند و نباید برای ارسال پیوند کناری به کار گرفته شود.

#### ۳-۹ مجرای اشتراکی پیوند کناری فیزیکی<sup>۲</sup>

##### ۱-۳-۹ به هم ریختن

بستک بیت های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  که  $M_{bit}$  تعداد بیت‌های ارسال شده روی مجرای اشتراکی پیوند کناری فیزیکی در یک زیرقاب است، باید مطابق بند ۱-۳-۵ به هم ریخته شود. مولد دنباله برهم‌ریز باید با  $c_{init} = n_{ID}^{SA} \cdot 2^{14} + n_{SSF}^{PSSCH} \cdot 2^9 + 510$  در شروع هر زیرقاب PSSCH مقداردهی اولیه شود، که  $n_{ID}^{SA}$  شناسه مقصد به دست آمده از مجرای واپایش پیوند کناری است.

##### ۲-۳-۹ مدوله‌سازی

مدوله‌سازی باید مطابق بند ۲-۳-۵ انجام شود. جدول ۸۴ نگاشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای اشتراکی پیوند کناری فیزیکی را مشخص می‌کند.

جدول ۸۴- نماواره‌های مدوله‌سازی PSSCH

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| نماواره‌های مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
| QPSK, 16QAM            | PSSCH        |

##### ۳-۳-۹ نگاشت لایه

نگاشت لایه باید مطابق بند ۲-۳-۵ A با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

1 - Resource pool

2 - Physical Sidelink Shared Channel

### ۴-۳-۹ پیش‌کدگذاری تبدیل

پیش‌کدگذاری تبدیل باید مطابق بند ۳-۳-۵ با  $M_{RB}^{PUSCH}$  و  $M_{SC}^{PUSCH}$  به ترتیب جابجاشده با  $M_{RB}^{PSSCH}$  و  $M_{SC}^{PSSCH}$  انجام شود.

### ۵-۳-۹ پیش‌کدگذاری

پیش‌کدگذاری باید مطابق بند ۳-۳-۵ با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

### ۶-۳-۹ نگاشت به منابع فیزیکی

بستک نمادهای مختلط مقدار  $z(0), \dots, z(M_{symbol}^{ap} - 1)$  باید به منظور مطابقت با توان ارسالی  $P_{PSSCH}$  مشخص شده در [4]، در یک ضریب مقیاس‌بندی دامنه  $\beta_{PSSCH}$  ضرب شود و در دنباله شروع شونده با  $z(0)$  به بستک‌های منبع فیزیکی روی درگاه آنتن  $p$  نگاشت شده و برای ارسال PSSCH واگذاری شود. نگاشته‌های عنصرهای منبع  $(k,l)$  متناظر با بستک‌های منبع فیزیکی واگذارشده برای ارسال و استفاده نشده برای ارسال سیگنال‌های مرجع، باید نخست بر حسب نمایه  $k$ ، سپس نمایه  $l$  ترتیب صعودی داشته باشد و با اولین شکاف در زیرقاب آغاز شود. عنصرهای منبع در آخرین نماد SC-FDMA در زیرقاب باید در فرایند نگاشت شمارش شود ولی ارسال نشود.

اگر پرش بسامدی پیوند کناری غیرفعال شود، مجموعه بستک‌های منبع فیزیکی که قرار است برای ارسال به کار برده شود با  $n_{PRB} = n'_{VRB}$  ارائه می‌شود که از [4] بند ۱۴-۱-۱-۲-۱ به دست می‌آید. اگر پرش بسامدی پیوند کناری با پرش نوع ۱ فعال شود، مجموعه بستک‌های منبع فیزیکی که قرار است برای ارسال به کار برده شود توسط [4] ارائه می‌شود.

اگر پرش بسامدی پیوند کناری با الگوی پرش از پیش تعریف شده فعال شود، مجموعه بستک‌های منبع فیزیکی که قرار است برای ارسال به کار برده شود توسط اطلاعات واپایش پیوند کناری به همراه الگوی از پیش تعریف شده در بند ۴-۳-۵ با استثنائات زیر ارائه می‌شود:

- فقط پرش درون‌زیرقاب باید به کار برده شود
- تعداد زیرباندها  $N_{sb} \in \{1,2,4\}$  همانطور که در [4] بند ۱۴-۱-۱-۲-۱ مشخص شده است، توسط لایه‌های بالاتر داده می‌شود.
- کمیت  $N_{RB}^{HO} \in \{0, \dots, 110\}$  همانطور که در [4] بند ۱۴-۱-۱-۲-۱ مشخص شده است، توسط لایه‌های بالاتر داده می‌شود.
- کمیت  $n_s = n_{SS}^{PSSCH}$  که توسط بند ۴-۲-۹ داده می‌شود.
- کمیت  $CURRENT\_TX\_NB = N_{SSf}^{PSSCH}$
- مولد دنباله شبه‌تصادفی در شروع هر شکاف برآورده کننده  $n_{SS}^{PSSCH} = 0$  با مقدار آغازین  $c_{init} \in \{0,1, \dots, 503,510\}$  داده شده توسط  $hoppingParameter-r12$  در [9] مقدار دهی اولیه می‌شود.

- کمیت  $n_{VRB}$  باید با  $n'_{VRB}$  داده شده توسط [4] بند ۱۴-۱-۱-۲-۱ جایگزین شود.

- برای ارسال پیوند کناری حالت ۱

$$N_{RB}^{UL} = N_{RB}^{SL} -$$

- برای ارسال پیوند کناری حالت ۲

- که  $N_{RB}^{UL} = M_{RB}^{PSSCH\_RP}$  توسط [۴، بند ۱۴-۱-۳] داده می‌شود.

- کمیت  $n_{PRB}$  باید با  $n'_{PRB}$  داده شده توسط [۴، بند ۱۴-۱-۴] جایگزین شود.

- بستک منبع فیزیکی به منظور استفاده برای ارسال  $n_{PRB} = m_{n'_{PRB}}^{PSSCH}$  با  $m_j^{PSSCH}$  داده شده توسط [۴، بند ۱۴-۱-۳]

#### ۴-۹ مجرای واپایش پیوند کناری فیزیکی

##### ۱-۴-۹ به هم ریختن

بستک بیت های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  که  $M_{bit}$  تعداد بیت‌های ارسال شده روی مجرای واپایش پیوند کناری فیزیکی در یک زیرقاب است، باید مطابق بند ۱-۳-۵ به هم ریخته شود. مولد دنباله برهم‌ریز باید با  $c_{init} = 510$  در شروع هر زیرقاب PSCCH مقداردهی اولیه شود.

##### ۲-۴-۹ مدوله‌سازی

مدوله‌سازی باید مطابق بند ۲-۳-۵ انجام شود. جدول ۸۵ نگاشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای واپایش پیوند کناری فیزیکی را مشخص می‌کند.

جدول ۸۵- نماواره‌های مدوله‌سازی PSCCH

| نماواره‌های مدوله‌سازی | مجرای فیزیکی |
|------------------------|--------------|
| QPSK                   | PSCCH        |

##### ۳-۴-۹ نگاشت لایه

نگاشت لایه باید مطابق بند ۲-۳-۵ الف با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

##### ۴-۴-۹ پیش‌کدگذاری تبدیل

پیش‌کدگذاری تبدیل باید مطابق بند ۳-۳-۵ با  $M_{RB}^{PUSCH}$  و  $M_{SC}^{PUSCH}$  به ترتیب جابجاشده با  $M_{RB}^{PSCCH}$  و  $M_{SC}^{PSCCH}$  انجام شود.

##### ۵-۴-۹ پیش‌کدگذاری

پیش‌کدگذاری باید مطابق بند ۳-۳-۵ الف با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

##### ۶-۴-۹ نگاشت به منابع فیزیکی

بستک نمادهای مختلط مقدار  $z(0), \dots, z(M_{symb}^{ap} - 1)$  باید به منظور مطابقت با توان ارسال  $P_{PSCCH}$  مشخص شده در [4]، در یک ضریب مقیاس‌بندی دامنه  $\beta_{PSCCH}$  ضرب شود و در دنباله شروع شونده با  $z(0)$  به بستک های منبع فیزیکی روی درگاه آنتن  $p$  نگاشت و برای ارسال PSCCH واگذاری شود. نگاشت به عنصرهای منبع  $(k,l)$  متناظر با بستک های منبع فیزیکی واگذاری شده برای ارسال و استفاده نشده برای ارسال سیگنال های مرجع، باید نخست بر حسب نمایه  $k$ ، سپس نمایه  $l$  ترتیب صعودی داشته باشد و با

اولین شکاف در زیرقاب آغاز شود. عنصرهای منبع در آخرین نماد SC-FDMA در زیرقاب باید در فرایند نگاشت شمارش شود ولی ارسال نشود.

#### ۵-۹ مجرای اکتشاف پیوند کناری فیزیکی

##### ۱-۵-۹ به هم ریختن

بستک بیت های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  که  $M_{bit}$  تعداد بیت های ارسال شده روی مجرای اکتشاف پیوند کناری فیزیکی در یک زیرقاب است، باید مطابق بند ۵-۳-۱ به هم ریخته شود. مولد دنباله برهم ریز باید با  $c_{init} = 510$  در شروع هر زیرقاب PSDCH مقداردهی اولیه شود.

##### ۲-۵-۹ مدوله سازی

مدوله سازی باید مطابق بند ۵-۳-۲ انجام شود. جدول ۸۶ نگاشت های مدوله سازی قابل کاربرد برای مجرای اکتشاف پیوند کناری فیزیکی را مشخص می کند.

جدول ۸۶- نماواره های مدوله سازی PSDCH

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| مجرای فیزیکی | نماواره های مدوله سازی |
| PSDCH        | QPSK                   |

##### ۳-۵-۹ نگاشت لایه

نگاشت لایه باید مطابق بند ۵-۳-۲ الف با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

##### ۴-۵-۹ پیش کدگذاری تبدیل

پیش کدگذاری تبدیل باید مطابق بند ۵-۳-۳ با  $M_{RB}^{PUSCH}$  و  $M_{SC}^{PUSCH}$  به ترتیب جابجاشده با  $M_{RB}^{PSDCH}$  و  $M_{SC}^{PSDCH}$  انجام شود.

##### ۵-۵-۹ پیش کدگذاری

پیش کدگذاری باید مطابق بند ۵-۳-۳ الف با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

##### ۶-۵-۹ نگاشت به منابع فیزیکی

بستک نمادهای مختلط مقدار  $z(0), \dots, z(M_{symbol}^{ap} - 1)$  باید به منظور مطابقت با توان ارسال  $P_{PSDCH}$  مشخص شده در [4]، در یک ضریب مقیاس بندی دامنه  $\beta_{PSDCH}$  ضرب شود و در دنباله شروع شونده با  $z(0)$  به بستک های منبع فیزیکی روی درگاه آنتن  $p$  نگاشت شده و برای ارسال PSDCH واگذاری شود. نگاشته عنصرهای منبع  $(k, l)$  متناظر با بستک های منبع فیزیکی واگذاری شده برای ارسال و استفاده نشده برای ارسال سیگنال های مرجع، باید نخست بر حسب نمایه  $k$ ، سپس نمایه  $l$  ترتیب صعودی داشته باشد و با اولین شکاف در زیرقاب آغاز شود. عنصرهای منبع در آخرین نماد SC-FDMA در زیرقاب باید در فرایند نگاشت شمارش شود ولی ارسال نشود.

مجموعه بستک های منبع فیزیکی که باید به کار برده شود وسیله [۴]، بند ۱۴-۳-۱ داده می شود.

## ۶-۹ مجرای پخش همه‌گانی پیوند کناری فیزیکی

### ۱-۶-۹ به هم ریختن

بستک بیت های  $b(0), \dots, b(M_{bit} - 1)$  که  $M_{bit}$  تعداد بیت‌های ارسال شده روی مجرای پخش همه‌گانی پیوند کناری فیزیکی در یک زیرقاب است، باید مطابق بند ۵-۳-۱ به هم ریخته شود. مولد دنباله برهم‌ریز باید با  $c_{init} = N_{ID}^{SL}$  در شروع هر زیرقاب PSBCH مقداردهی اولیه شود.

### ۲-۶-۹ مدوله‌سازی

مدوله‌سازی باید مطابق بند ۵-۳-۲ انجام شود. جدول ۸۷ نگاشت‌های مدوله‌سازی قابل کاربرد برای مجرای پخش همه‌گانی پیوند کناری فیزیکی را مشخص می‌کند.

جدول ۸۷- نماواره‌های مدوله‌سازی PSBCH

| مجرای فیزیکی | نماواره‌های مدوله‌سازی |
|--------------|------------------------|
| PSBCH        | QPSK                   |

### ۳-۶-۹ نگاشت لایه

نگاشت لایه باید مطابق بند ۵-۳-۲ الف با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

### ۴-۶-۹ پیش‌کدگذاری تبدیل

پیش‌کدگذاری تبدیل باید مطابق بند ۵-۳-۳ با  $M_{RB}^{PUSCH}$  و  $M_{SC}^{PUSCH}$  به ترتیب جابجاشده با  $M_{RB}^{PSBCH}$  و  $M_{SC}^{PSBCH}$  انجام شود.

### ۵-۶-۹ پیش‌کدگذاری

پیش‌کدگذاری باید مطابق بند ۵-۳-۳ الف با فرض یک درگاه آنتن واحد،  $v = 1$  انجام شود.

### ۶-۶-۹ نگاشت به منابع فیزیکی

بستک نمادهای مختلط مقدار  $z(0), \dots, z(M_{symbol}^{ap} - 1)$  باید به منظور مطابقت با توان ارسال  $P_{PSBCH}$  مشخص شده در [4]، در یک ضریب مقیاس‌بندی دامنه  $\beta_{PSBCH}$  ضرب شود و در دنباله شروع شونده با  $z(0)$  به بستک های منبع فیزیکی روی درگاه آنتن  $p$  نگاشت شود. PSBCH باید بستک های منبع یکسان با سیگنال همزمان‌سازی را به کار برد. نگاشت به عنصرهای منبع  $(k, l)$  متناظر با بستک های منبع فیزیکی استفاده شده برای PSBCH و استفاده نشده برای ارسال سیگنال های مرجع یا سیگنال های همزمان‌سازی، باید نخست بر حسب نمایه  $k$ ، سپس نمایه  $l$  ترتیب صعودی داشته باشد و با اولین شکاف در زیرقاب آغاز شود. نمایه عنصر منبع  $k$  با رابطه زیر داده می‌شود:

$$k = k' - 36 + \frac{N_{RB}^{SL} N_{SC}^{RB}}{2}, k' = 0, 1, \dots, 71$$

عنصرهای منبع در آخرین نماد SC-FDMA در زیرقاب باید در فرایند نگاشت شمارش شود ولی ارسال نشود.

### ۷-۹ سیگنال های همزمان سازی پیوند کناری

یک شناسه لایه فیزیکی همزمان سازی پیوند کناری با  $N_{ID}^{SL} \in \{0,1, \dots, 335\}$  ارائه شده و به دو مجموعه id\_net و id\_oon شامل شناسه های به ترتیب  $\{0,1, \dots, 167\}$  و  $\{168, 169, \dots, 335\}$  تقسیم می شود.

### ۱-۷-۹ سیگنال اولیه همزمان سازی پیوند کناری

سیگنال اولیه همزمان سازی پیوند کناری در دو نماد SC-FDMA مجاور در زیرقاب یکسان ارسال می شود.

### ۱-۱-۷-۹ تولید دنباله

هر کدام از دو دنباله  $d_i(0), \dots, d_i(61)$ ،  $i = 1, 2$  استفاده شده برای سیگنال اولیه همزمان سازی پیوند کناری در دو نماد SC-FDMA توسط بند ۶-۱۱-۱ با نمایه ریشه  $u = 26$  (اگر  $N_{ID}^{SL} \leq 167$ ) و در غیر این صورت  $u = 27$  داده می شوند.

### ۲-۱-۷-۹ نگاشت به عنصرهای منبع

دنباله  $d_i(n)$  باید در ضریب مقیاس بندی دامنه  $\sqrt{72/62} \cdot \beta_{PSBCH}$  ضرب شده و به عنصرهای منبع روی درگاه آنتن ۱۰۲۰ در اولین شکاف در زیرقاب مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

$$a_{k,l} = d_i(n), \quad n = 0, \dots, 61$$

$$k = n - 31 + \frac{N_{RB}^{SL} N_{SC}^{RB}}{2}$$

$$l = \begin{cases} 1, 2 & \text{پیشوند چرخشی عادی} \\ 0, 1 & \text{پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

### ۲-۷-۹ سیگنال بعدی همزمان سازی پیوند کناری

سیگنال بعدی همزمان سازی پیوند کناری در دو نماد SC-FDMA مجاور در زیرقاب یکسان ارسال می شود.

### ۱-۲-۷-۹ تولید دنباله

هر کدام از دو دنباله  $d_i(0), \dots, d_i(61)$ ،  $i = 1, 2$  استفاده شده برای سیگنال بعدی همزمان سازی پیوند کناری توسط بند ۶-۱۱-۲ با فرض زیرقابصفر با  $N_{ID}^{(1)} = N_{ID}^{SL} \bmod 168$  و  $N_{ID}^{(2)} = \lfloor N_{ID}^{SL} / 168 \rfloor$  داده می شوند.

### ۲-۲-۷-۹ نگاشت به عنصرهای منبع

دنباله  $d_i(n)$  باید به منظور انطباق با توان ارسالی مشخص شده در بند ۱۴-۴ در [4] 3GPP TS 36.213 در ضریب مقیاس بندی دامنه  $\beta_{SSSS}$  ضرب شده و به عنصرهای منبع روی درگاه آنتن ۱۰۲۰ در دومین شکاف در زیرقاب مطابق رابطه زیر نگاشت شود:

$$a_{k,l} = d_i(n), \quad n = 0, \dots, 61$$

$$k = n - 31 + \frac{N_{RB}^{SL} N_{SC}^{RB}}{2}$$

$$l = \begin{cases} 4,5 & \text{پیشوند چرخشی عادی} \\ 3,4 & \text{پیشوند چرخشی گسترش یافته} \end{cases}$$

### ۸-۹ سیگنال های مرجع و امده سازی

سیگنال های مرجع و امده سازی مربوط به ارسال PSSCH، PSCCH، PSDCH و PSBCH باید مطابق PUSCH در بند ۵-۵-۲-۱ با استثنائات زیر ارسال شوند:

- پارامترهای جدول های ۸۸ و ۸۹ باید به کار برده شود.
- عبارت PUSCH باید بسته به مجرای فیزیکی که سیگنال مرجع به آن مربوط است، با PSSCH، PSCCH، PSDCH یا PSBCH جایگزین شود.
- درگاه های آنتن توسط جدول ۸۲ داده می شوند.
- مجموعه بستک های منبع فیزیکی استفاده شده در فرایند نگاشت باید با ارسال های PSSCH/PSCCH/PSDCH/PSBCH متناظر یکسان باشند.
- نمایه k در فرایند نگاشت در بند ۵-۵-۲-۱-۱ باید با نمایه برای ارسال PSSCH/PSCCH/PSDCH/PSBCH متناظر یکسان باشد.
- مولد رشته شبه تصادفی در بند ۵-۵-۱-۳ باید در شروع هر شکاف برآورده کننده  $n_{SS}^{PSSCH} = 0$  مقداردهی اولیه شود.

### جدول ۸۸- پارامترهای سیگنال مرجع برای PSSCH و PSCCH

| PSCCH            | PSSCH  | پارامتر در بند ۵-۵-۲-۱                     |                      |               |
|------------------|--|--|----------------------|---------------|
| غیرفعال          | فعال   | پرش گروه                                   |                      |               |
| -                | $n_{ID}^{SA}$  |  |                      | $n_{ID}^{RS}$ |
| -                | $n_{SS}^{PSSCH}$   |  |                      | $n_s$         |
| 0                | $n_{ID}^{SA} \bmod 30$   | $f_{SS}$                                   |                      |               |
| غیرفعال          | غیرفعال  | پرش دنباله                                 |                      |               |
| 0                | $[n_{ID}^{SA}/2] \bmod 8$  | $n_{cs,\lambda}$                           | جابجایی چرخشی        |               |
| [+1 +1]          | $n_{ID}^{SA} \bmod 2 = 0$ اگر [+1 +1]<br>$n_{ID}^{SA} \bmod 2 = 1$ اگر [+1 -1] | $[w^\lambda(0)w^\lambda(1)]$ دنباله متعامد |                      |               |
| $M_{SC}^{PSCCH}$ | $M_{SC}^{PSSCH}$   | $M_{SC}^{RS}$                              | طول سیگنال مرجع      |               |
| 1                | 1  | $\nu$                                      | تعداد لایه ها        |               |
| 1                | 1  | P  | تعداد درگاه های آنتن |               |



جدول ۸۹- پارامترهای سیگنال مرجع برای PSDCH و PSBCH

| PSBCH  | PSDCH            | پارامتر در بند ۵-۲-۱                       |  |
|--|------------------|--|--|
| غیرفعال  | غیرفعال          | پرش گروه                                   |  |
| $[N_{ID}^{SL}/16] \bmod 30$  | 0                | $f_{SS}$                                   |  |
| غیر فعال   | غیرفعال          | پرش دنباله                                 |  |
| $[N_{ID}^{SL}/2] \bmod 8$  | 0                | $n_{cs,\lambda}$ جابجایی چرخشی             |  |
| $N_{ID}^{SL} \bmod 2 = 0$ اگر [+1 +1]<br>$N_{ID}^{SL} \bmod 2 = 1$ اگر [+1 -1] | [+1 +1]          | دنباله متعامد $[w^\lambda(0)w^\lambda(1)]$ |  |
| $M_{sc}^{PSBCH}$   | $M_{sc}^{PSDCH}$ | $M_{sc}^{RS}$ طول سیگنال مرجع              |  |
| 1  | 1                | تعداد لایه ها $v$                          |  |
| 1  | 1                | تعداد درگاه‌های آنتن P                     |  |

#### ۹-۹ تولید سیگنال باند پایه SC-FDMA

سیگنال پیوسته در زمان  $S_l^{(p)}(t)$  برای درگاه آنتن  $p$  در نماد SC-FDMA  $l$  در یک شکاف پیوند کناری توسط بند ۵-۶ با  $N_{RB}^{UL}$  جایگزین شده با  $N_{RB}^{SL}$  تعریف می‌شود. طول پیوند چرخشی برای هر مجرا یا سیگنال پیوند کناری ممکن است با آنچه برای ارسال‌های پیوند فراسو پیکربندی می‌شود متفاوت باشد.

#### ۱۰-۹ زمان‌بندی

ارسال قاب رادیویی پیوند کناری شماره  $i$  از UE باید  $(N_{TA,SL} + N_{TA,offset}) \cdot T_s$  ثانیه قبل از شروع قاب مرجع زمان‌بندی متناظر در UE آغاز شود. لازم نیست UE زودتر از  $624T_s$  پس از پایان ارسال پیوند کناری ارسال‌های پیوند کناری یا پیوند فرسو دریافت کند.

اگر UE یک سلول خدمات‌دهنده برآورده کننده معیار S مطابق [۱۰، بند ۵-۲-۳-۲] دارد

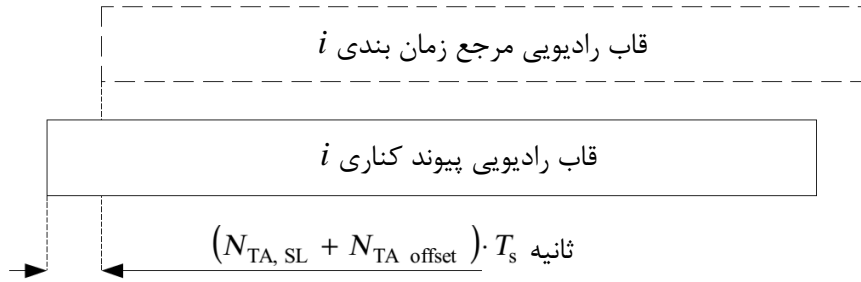
- زمان‌بندی قاب رادیویی مرجع  $i$  برابر با زمان‌بندی قاب رادیویی پیوند فرسو  $i$  در سلول با بسامد حامل پیوند فراسوی یکسان با پیوند کناری می‌باشد و

-  $N_{TA,offset}$  توسط بند ۸-۱ داده می‌شود،

در غیر این صورت

- زمان‌بندی قاب رادیویی مرجع  $i$  به طور ضمنی از [4] به دست می‌آید و

-  $N_{TA,offset} = 0$



شکل ۲۴- رابطه زمان بندی پیوند کناری

کمیت  $N_{TA,SL}$  بین مجراها و سیگنال‌ها مطابق رابطه زیر متفاوت است:

$$N_{TA,SL} = \begin{cases} N_{TA} & \text{برای } PSSCH \text{ در ارسال پیوند کناری حالت 1} \\ 0 & \text{برای همه حالات دیگر} \end{cases}$$